

**Vergleichende Untersuchungen
zur Frage
des Diatomeenbeweiswertes beim
Ertrinkungstod**

Wolfgang Summerer

*Diss. München
1904*



**Vergleichende Untersuchungen
zur Frage
des Diatomeenbeweiswertes beim
Ertrinkungstod**

Aus dem Institut für Rechtsmedizin
der Universität München

Direktor: Prof. Dr. med. W. Spann

**Vergleichende Untersuchungen zur Frage des
Diatomeenbeweiseswertes beim Ertrinkungstod**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
an der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Wolfgang Summerer

aus
Rehling

1982

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. W. Spann

Dekan: Prof. Dr. med. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 31.01.84

Meiner Familie
gewidmet

Die vorliegende Arbeit wurde am Institut für Rechtsmedizin
der Ludwig-Maximilians-Universität München angefertigt.

Für die Vergabe des Themas
gilt mein besonderer Dank dem Direktor des Instituts

Herrn Professor Dr. med. W. Spann

Für die Anregung zu dieser Arbeit möchte ich mich
besonders bedanken bei

Herrn Professor Dr. med. E. Liebhardt

Zu großem Dank für die wissenschaftliche Beratung
und tatkräftige Unterstützung bin ich

Herrn Dr. G. Drasch, Frau Dr. C. Baur und Herrn Dr. St. Manna
verpflichtet.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	1
2. Literarische Übersicht	5
2.1. Biologische Grundlagen	5
2.1.1. Aufbau der Kieselalgen und Symmetrieverhältnisse	6
2.1.1.1. Liniensymmetrische Kieselalgen	7
2.1.1.2. Flächensymmetrische Kieselalgen	7
2.1.2. Zwischenbänder, Septen, innere Schalen und Cratikularbildungen der Kieselalgen	8
2.1.3. Gallertsporen, Area und Raphe	9
2.1.4. Gallertausscheidung und Kolonienbildung	10
2.1.5. Diatomeenarten die bei gerichtsmedizinischen Untersuchungen an Süßwasserleichen am häufigsten anzutreffen sind	11
2.2. Physiologische Grundlagen	15
2.2.1. Der Turgor der Kieselalgen	15
2.2.2. Verhalten der Diatomeen bei Änderung der Konzentration des umgebenden Mediums	15
2.2.2.1. Marine Diatomeenarten	15
2.2.2.2. Süßwasserdiatomeen	16
2.2.3. Die Ernährung der Kieselalgen	16
2.2.3.1. Der Einfluß industrieller Abwässer	17
2.2.3.1.1. Die tote Zone	17
2.2.3.1.2. Die polysaprobe Zone	17
2.2.3.1.3. Die alpha-mesosaprobe Zone	18
2.2.3.1.4. Die beta-mesosaprobe Zone	18
2.2.3.1.5. Die oligosaprobe Zone	18
2.2.4. Der Einfluß des Lichts auf Diatomeen	18
2.2.5. Der Einfluß der Temperatur	19
2.3. Rechtsmedizinische Untersuchungen	20

2.3.1.	Tabellarische Übersicht von Diatomeenfunden in Organen von Wasserleichen in der Zeit von 1949 – 1979, die in der Zeitschrift für die gesamte gerichtliche Medizin veröffentlicht wurden	20
2.3.1.1.	Tabellarische Übersicht von Diatomeenfunden in Organen von Nichtwasserleichen in der Zeit von 1949 – 1979, die in der Zeitschrift für die gesamte gerichtliche Medizin veröffentlicht wurden	21
2.3.1.2.	Übersicht der Arbeiten	22
2.3.1.3.	Befürwortung und Ablehnung des Diatomeenbeweiswertes	22
2.3.2.	Die Entwicklung des Diatomeenbeweiswertes	23
2.3.3.	Die Entwicklung der chemischen und histologischen Untersuchungsmethoden	28
3.	Beschreibung des Untersuchungsmaterials	31
3.1.	Verwendete Organe	31
3.2.	Entnahme von Wasserproben am Ertrinkungsort	31
3.3.	Kontrolluntersuchungen	31
3.4.1.	Übersicht der asservierten Leichen	31
3.4.2.	Übersicht über Fundort, Fundtiefe, Liegezeit u. Wassertemperatur	32
3.4.2.1.	Anmerkung zur Temperaturmessung	32
4.	Angewandte Methode	33
4.1.	Vorbereitung der entnommenen Organproben	33
4.1.1.	Vorbereitung zum Organaufschluß	33
4.1.2.	Filtrationsverfahren	34
4.1.3.1.	Beschreibung des Arbeitsmaterials	34
4.1.3.2.	Das Filtrationsverfahren	34
4.1.3.3.	Das Mikroskop und verwendete Linsen	35
4.1.4.	Arbeitsweise	35
4.1.5.	Hinweise zu den Arbeitsgängen	36
5.	Eigene Untersuchungen	42
5.1.	Mikroskopische Untersuchungen der Organaufschlüsse an Wasserleichen	42
5.2.	Mikroskopische Untersuchungen der Organaufschlüsse der Kontrollproben	64

5.3.	Graphische Darstellung	70
5.3.1.	Qualitative Analyse der am häufigsten gefundenen Diatomeen- arten in den Organen von 11 Wasserleichen	70
5.3.1.1.	Häufigkeit der Diatomeenarten im Mageninhalt	71
5.3.1.2.	Qualitative Analyse der am häufigsten gefundenen Diatomeen- arten in den Organen in 300 ml Ertrinkungsflüssigkeit	72
5.3.2.	Qualitative Zusammensetzung der am häufigsten gefundenen Dia- tomeenarten in den Organen von zwei plötzlich unnatürlich Ver- storbenen	73
5.3.3.	Häufigkeit der Diatomeenfunde in den einzelnen Organen von 11 Ertrunkenen	74
5.3.3.1.	Häufigkeit der Diatomeenfunde in den Organen zweier plötzlich unnatürlich Verstorbener	75
5.3.4.	Anzahl der insgesamt gefundenen Diatomeen in den Organen der Wasserleichen	76
5.3.5.	Anzahl der Diatomeen in den Organen von zwei plötzlich unnatür- lich Verstorbenen	77
5.3.6.	Übereinstimmung der Diatomeenarten zwischen Lunge und Mageninhalt von 11 Wasserleichen	78
5.3.7.	Häufigkeit der Diatomeenarten im Mageninhalt von zwei plötzlich unnatürlich Verstorbenen	79
5.3.8.	Zusammenhang zwischen Temperatur des Ertrinkungswassers und der Quantität der Diatomeenfunde in den Organen von 11 Wasserleichen	80
5.3.9.	Zusammenhang zwischen Temperatur des Ertrinkungswassers und der Quantität der Diatomeenfunde im Mageninhalt von 11 Wasserleichen	81
5.3.10.	Zusammenhang zwischen der Liegezeit der Wasserleichen und der Quantität der Diatomeenfunde in den Organen von 11 Wasserleichen	82
5.3.11.	Übereinstimmung der Diatomeengattungen zwischen Magen- inhalt und Ertrinkungsflüssigkeit	83
5.3.12.	Zusammenhang zwischen Alter und Geschlecht in bezug auf die Quantität der Diatomeenfunde in zwei plötzlich unnatürlich Ver- storbenen	84

6.	Ergebnisse	85
6.1.	Durchschnittswert der Diatomeenfunde pro Wasserleiche	85
6.2.	Diatomeenfunde in den Kontrollproben	85
6.3.	Häufigkeit der Funde in einzelnen Organen der Wasserleichen	85
6.3.1.	Häufigkeit der Funde in einzelnen Organen der plötzlich unnatürlich Verstorbenen	85
6.4.	Artvergleich der Diatomeenfunde in Wasserleichen und Kontrollleichen	86
6.5.	Vergleich der Arten des Mageninhaltes zwischen den Wasserleichen und den Kontrolleichen	86
6.6.	Vergleich der Diatomeenarten zwischen Mageninhalt und Ertrinkungsflüssigkeit	86
6.7.	Vergleich der Diatomeenarten zwischen Mageninhalt und Lunge	87
6.8.	Vergleich der Diatomeenarten zwischen der Gesamtheit der Organproben und dem Mageninhalt	87
6.9.	Wachstumsoptimum des Kieselalgen und Temperaturvergleiche des Ertrinkungswassers	87
6.10.	Liegezeit der Wasserleichen und Quantität der Diatomeenfunde	87
6.11.	Vergleich zwischen Alter und Geschlecht der Wasserleichen in bezug auf die Quantität der Diatomeenfunde	88
7.	Diskussion	89
8.	Zusammenfassung	96
9.	Literaturaufstellung	99
	Lebenslauf	

EINLEITUNG

Anläßlich des Treffens der Süddeutschen Rechtsmediziner in München, im Mai 1981 wurde vom Institut für gerichtliche Medizin der Universität Graz, ein seit Jahren zur Diskussion stehendes Thema wieder zur Sprache gebracht: „Zum Beweiswert von Diatomeen im Knochenmark beim Ertrinkungstod.“

Anhand tierexperimenteller Untersuchungen wurde neuerlich der Frage nach dem qualitativen und quantitativen Übertritt von Diatomeen in den großen Kreislauf überhaupt und speziell auch ins Knochenmark nachgegangen.

Seit 1904, als REVENSTORF zum ersten Mal auf das Vorkommen von Kieselalgen in den Lungen beim Ertrinken aufmerksam gemacht hat, wird über den Beweiswert dieses Befundes beim Ertrinkungstod diskutiert. Die daraufhin folgenden Arbeiten (*Mueller et al. 1949*) bestätigten dies und zeigten darüber hinaus auf, daß Kieselalgen sich auch in anderen Organen des großen Kreislaufs finden ließen. Somit schien gesichert, diese Ergebnisse als Beweis für den Ertrinkungstod gelten lassen zu können.

Erst 1963 wurde der Wert dieser Befunde von SPITZ durch Rattenversuche in Frage gestellt. 50% seiner Kontrolltiere enthielten ebenfalls in fast allen Organen des großen Kreislaufs Diatomeen. TAMASKA gab 1949 den Hinweis, Knochenmark Ertrunkener zu untersuchen, da dieses vor Kontaminationen am besten geschützt sei. (*Koseki 1969, Timperman 1967*). Neue limitierende Faktoren für die Brauchbarkeit solcher Ergebnisse, waren die Hundeversuche von WALZ (1965). Er folgerte aus seinen Befunden, daß der Organismus zwar corpuskuläre Element somit auch Diatomeen, resorbieren kann, diese aber nach einer gewissen Zeit wieder ausscheidet. Somit wurde ein neuer Para-



meter, nämlich der des „Grenzwertes“ an Kieselalgengehalt in den Organen zu einem neuen Problem, der bis heute noch nicht aufgrund der großen Gegensätze in den Untersuchungsergebnissen abgegrenzt werden sollte.

So konnten in jüngster Zeit Diatomeen auch im Knochenmark Nicht-ertrunkener festgestellt werden. (*Schellmann et al 1979*). Die Autoren begründeten das Fehlen eines deutlichen Unterschiedes zu Ertrunkenen damit, „daß es unwahrscheinlich erscheint, daß während des relativ kurzen Ertrinkungsvorganges so viele Diatomeen den großen Kreislauf und damit das rote Knochenmark erreichen können, daß dadurch die Zahl der über Jahre, vom Intestinal- und Resorptionstrakt aufgenommenen Kieselalgen erheblich verändert würde.“

Wegen dieser „weitreichenden Konsequenzen“ wurde nun neuerlich von G. RANNER (1981) Tierversuche angestellt, um „auf die entscheidende Frage eine Antwort zu bekommen“. Die Untersuchungsergebnisse ergaben eine beträchtliche Steigerung der Diatomeenzahl nach dem Ertrinkungsvorgang, „um fast eine Zehnerpotenz“! Ferner erbrachte auch die qualitative Untersuchung der Diatomeen eine gute Übereinstimmung der Arten im Ertrinkungswasser, mit jenen im Knochenmark nach dem Ertrinken. Eine korrekte Asservierung der Ertrinkungsflüssigkeit und eine annähernde Übereinstimmung der Diatomeenarten mit der Magenflüssigkeit wurde daher als gegeben angenommen, da ein postmortales Eindringen von Flüssigkeit in die Speiseröhre ausgeschlossen wurde (*Reh 1966*).

Auf Grund der Ergebnisse im Tierversuch stellt für G. RANNER ein positiver Knochenmarksbefund immer noch einen Anhalt für die Diagnose Ertrinkstod dar, sofern folgende Kriterien nicht außer acht gelassen werden.“

1. Nahezu verlustfreie Untersuchungsmethodik
2. Spezifizierung der Diatomeen (erfahrene Person)
3. Feststellung des landesüblichen Diatomeengehaltes
4. Asservierung der Ertrinkungsflüssigkeit und Sicherstellung des Mageninhaltes
5. Vermeidung von Kontaminationen

Unter Berücksichtigung dieser Kriterien und sachdienlicher Hinweise aus der Literatur, sollten anhand des Materials aus dem Institut für Rechtsmedizin München, neue Beiträge zum Beweiswert der Diatomeen in Wasserleichen erbracht werden.

Dabei sollte den Ergebnissen der letzten Jahre und den neuesten Tierversuchen von G. RANNER Rechnung getragen werden. Im Rahmen einer umfangreichen Untersuchung wurde nicht nur Knochenmark Ertrunkener sondern auch Organe des großen Kreislaufs untersucht, um die Widersprüchlichkeiten des Aussagewertes einzelner Ergebnisse letzter Jahre besser abgrenzen zu können.

Zu überprüfen war die Frage, ob Diatomeen in größeren Mengen in Organen Ertrunkener, als im Vergleich zu Organen plötzlich unnatürlich Verstorbener nachzuweisen sind. Hierbei sollte im Zuge dieser Untersuchungen des bis heute noch nicht festgelegten Begriffes „Grenzwert“ nachgegangen werden. Nach der qualitativen Bestimmung waren zusätzlich noch der Mageninhalt sowie die Ertrinkungsflüssigkeit zur quantitativen Untersuchung asserviert worden. Dabei interessierte besonders auch der biologische Einfluß der Temperatur der Ertrinkungsflüssigkeit, der Liegezeit im Wasser, sowie die Fundtiefe und das Alter der Ertrunkenen in bezug auf die Penetrationsfähigkeit der Diatomeen in die einzelnen Organe. Die Eigenveränderlichkeit und das Standortverhalten der Diatomeen unter oben angegebenen Parametern wurde mit in Betracht gezogen.

In diesem Rahmen sollten auch Vergleiche der unterschiedlichen Kieselalpengattungen in den Medien Mageninhalt und Ertrinkungsflüssigkeit eine entscheidende Rolle einnehmen, da sich hieraus möglicherweise Rückschlüsse auf die Funde in den einzelnen Organen der Asservierten ziehen ließen.

Um die umfangreiche Arbeit unter Beachtung größtmöglicher Sorgfalt durchführen zu können, wurde sowohl aus chemischer, wie auch aus histologischer Sicht ein verbessertes Verfahren angewandt, das auf eine von SCHELLMANN (1979) modifizierte Technik zurückgriff.

2. LITERARISCHE ÜBERSICHT

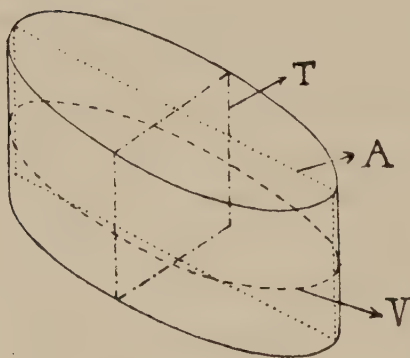
2.1. Biologische Grundlagen

In deutschen Nachschlagewerken wird unter dem Stichwort Kieselalge folgende Beschreibung abgegeben: „Kieselalgen oder griech. Diatomeen, einzellige braune Algen, auch in Kolonien vereinigt, mit über 10000 Arten; im Süßwasser im Boden und als Schwebewesen im Meer, mit einer kieseligen Zellhaut, die schachtelartig aus zwei Hälften besteht und außen kleine Leisten und Buckel trägt; durch feine Poren Gallerte ausstoßen, die auch die Einzelzellen zur Kolonie zusammenhält, Teilung längs der Kapselränder ergibt die ungeschlechtliche Vermehrung. Sie spielen bei der biologischen Selbstreinigung der Gewässer eine wichtige Rolle. Als gelbbraune Tiefseeablagerung finden sich Reste von Diatomeen besonders in den Meeren um die Antarktis und um den nördlichen Stillen Ozean.“ (*Brockhaus 1973*)

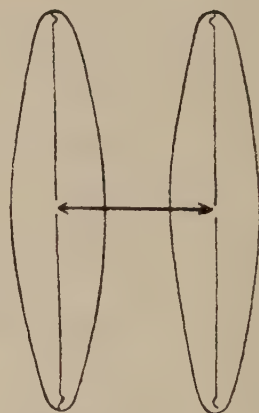
Die biologisch, zoologische Charakteristik der Diatomeen hält folgende Synonyme bereit: „Bacillariaceen oder Bacillariaphyten.“ Es sind mikroskopisch kleine, stets einzellige Algen, deren Zellen aus zwei schachtelartig übereinandergreifenden Hauptteilen bestehen. Die Membran ist stark verkieselt und durch Poren, Poroide, Warzen, Areolen und Rippen im mannigfachen Weise gezeichnet. Der plasmatische Inhalt besitzt einen Zellkern und eine bis mehrere Chromatophorenplatten, oder viele Körnchenchromatophoren von meistens gelbbrauner Farbe. Das Assimilationsprodukt ist vorwiegend fettes Öl. Alle Diatomeen leben in Wasser – für manche Arten genügen kleinste Feuchtigkeitsmengen – sowohl im Süßwasser als auch im Meer und Brackwasser. Sie bewohnen vorwiegend den Grund als auch epiphytisch andere Pflanzen und Gegenstände, sowie als pelagische Diatomeen das freie Wasser. Die meisten Arten leben einzeln und frei,

andere an einem Substrat mit Hilfe von Gallertstielen, wieder andere bilden geformte Kolonien. Sie vermehren sich vorwiegend durch einfache Zellteilung, in stets derselben Richtung, daneben aber auch durch Auxosporen. (Hustedt 1930)

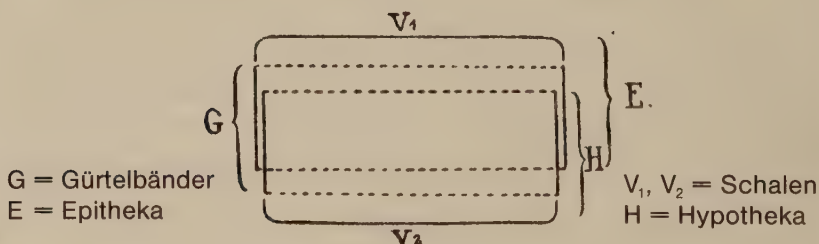
2.1.1. Aufbau der Kieselalgen und Symmetrieverhältnisse



T = Transapicalebene
A = Apicalebene
V = Valvarebene



Ober- und
Unterschale von
Navicula peregrina



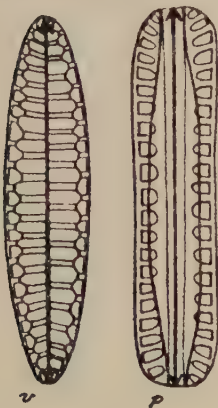
Der Zellkörper der Kieselalgen wird zweckmäßig mit einer Schachtel mit übergreifendem Deckel verglichen. Der übergreifende Teil ist die Epitheka, der Umschlossene die Hypotheka. Jede Zellhälfte besteht wiederum aus zwei Hauptteilen, entsprechend dem Boden bzw. der

Decke und der Mantelfläche der Schachtel. Schachtelboden und Decke bezeichnet man als Schalen oder Valvae; die in der ruhenden Zelle übereinandergreifenden Teile des Mantels als Gürtelbänder oder Pleurae. Man unterscheidet demzufolge Epivalva oder Oberschale, Hypovalva oder Unterschale und Epipleura und Hypopleura voneinander. Je nachdem, ob eine Zelle unter dem Mikroskop seine Schale oder das Gürtelband zeigt, spricht man von der Schalen- oder Gürtelansicht einer Diatomee. Die beiden Hälften einer Zelle sind nicht fest miteinander verwachsen, sondern die Gürtelbänder vermögen sich gegeneinander zu verschieben, die Entfernung der Schalen also voneinander zu verändern. Auf Grund der Symmetrieverhältnisse lassen sich die Diatomeen in zwei große Gruppen einteilen:

2.1.1.1. Liniensymmetrische Kieselalgen oder Syngrammen, mit zwei isopolen Querachsen (bilaterale Diatomeen).

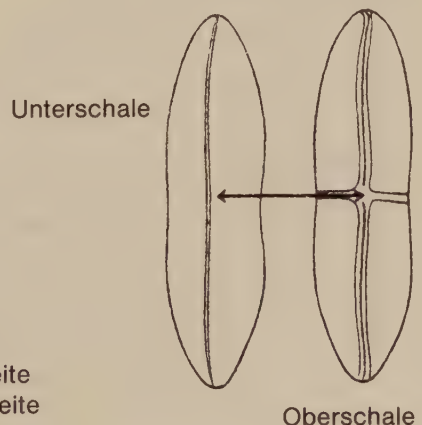
2.1.1.2. Flächensymmetrische Kieselalgen oder Sympeden mit zwei Querachsen, von denen mindestens eine heteropol sein muß. (Hustedt 1930; Pfitzer 1901)

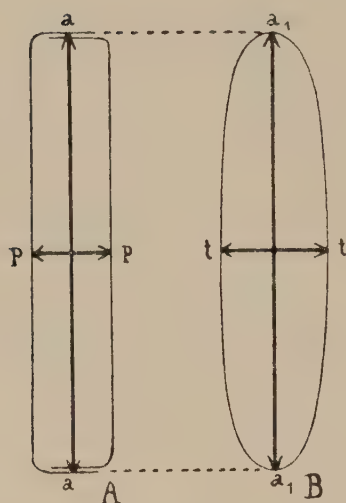
Surirella linearis



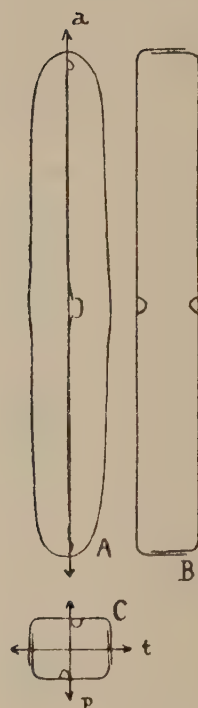
V = Valvarseite
P = Pleuralseite

Achnanthes brevipes





A = Gürtelbandansicht
 B = Schalenansicht
 PP = Pervalvarachse
 tt = Transapikalachse



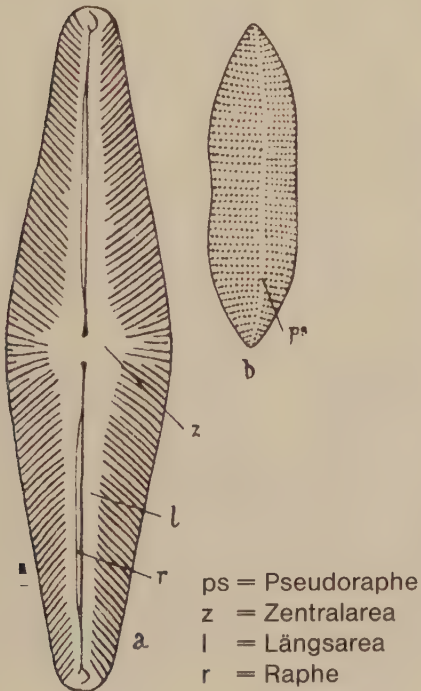
2.1.2. Zwischenbänder, Septen, innere Schalen und Cratikularbildungen.

Betrachtet man Diatomeen verschiedener Gattungen von der Gürtelbandseite aus, so wird man herausfinden, daß manche Arten nicht nur aus Schale und Gürtelband zusammengesetzt sind, sondern noch Teile aufweisen, die dazwischen eingeschoben sind. Man bezeichnet sie als Zwischenbänder, wenn sie immer vorhanden sind und als Craticularstadien, wenn es sich um irreguläre Bildungen handelt. (*Helmcke 1961, Greville 1968, Hustedt 1939*)

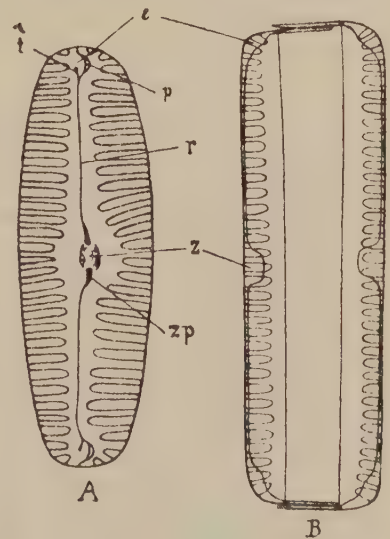
2.1.3. Gallertsporen, Area und Raphe.

Beim größten Teil der Diatomeen ist die Struktur fiedrig angeordnet, d. h. die Strukturelemente erstrecken sich von den Rändern in transapikaler Richtung. Sie bedecken jedoch nicht die ganze Schale, sondern sind meistens in der Mittellinie unterbrochen. Wird dieser strukturlose Raum von einer besonders gebauten, apikal gerichteten Linie, der Raphe durchzogen, so nennt man ihn Längsarea, die sich gewöhnlich zur Mitte hin verbreitet und für viele Arten charakteristische Formen annimmt. (Bock 1961; Hustedt 1930)

Navicula ludlowiana



Pinnularia lata
 Schalenansicht Gürtelansicht



z = Zentralknoten
 zp = Zentralpore

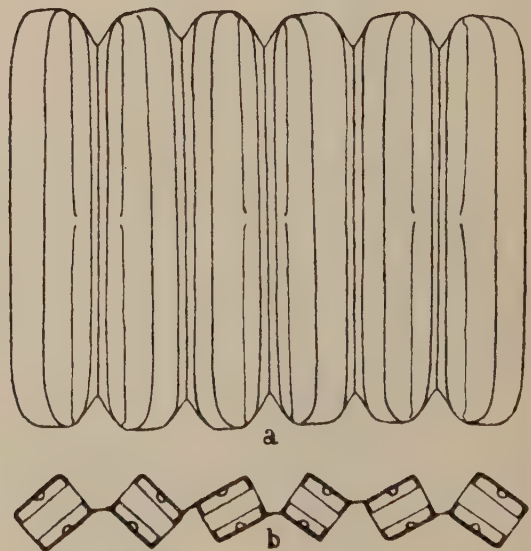
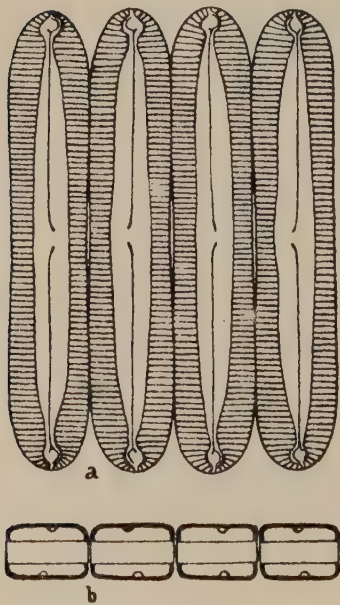
2.1.4. Gallertausscheidung und Kolonienbildung

Viele Diatomeen leben nicht frei oder in Einzelzellen, sondern sind einem Substrat angeheftet oder bilden Kolonien verschiedenster Form. Als Bindemittel dient Gallerte oder eine gallertartige Kittsubstanz, die aus den oben beschriebenen Poren abgeschieden wird. Die Kittsubstanz läßt sich in allen Fällen schwer erkennen, aber durch Mazervationsversuche, bei denen sie zerstört wird, nachweisen.

Interzelluläre Kittsubstanz ist bei Diatomeen weit verbreitet und verursacht vorwiegend Ketten- und Bänderbildung. Hierbei sind die Gallertpolster der Melosiraarten am leichtesten zu erkennen.

(Hustedt 1930; Landingham 1967)

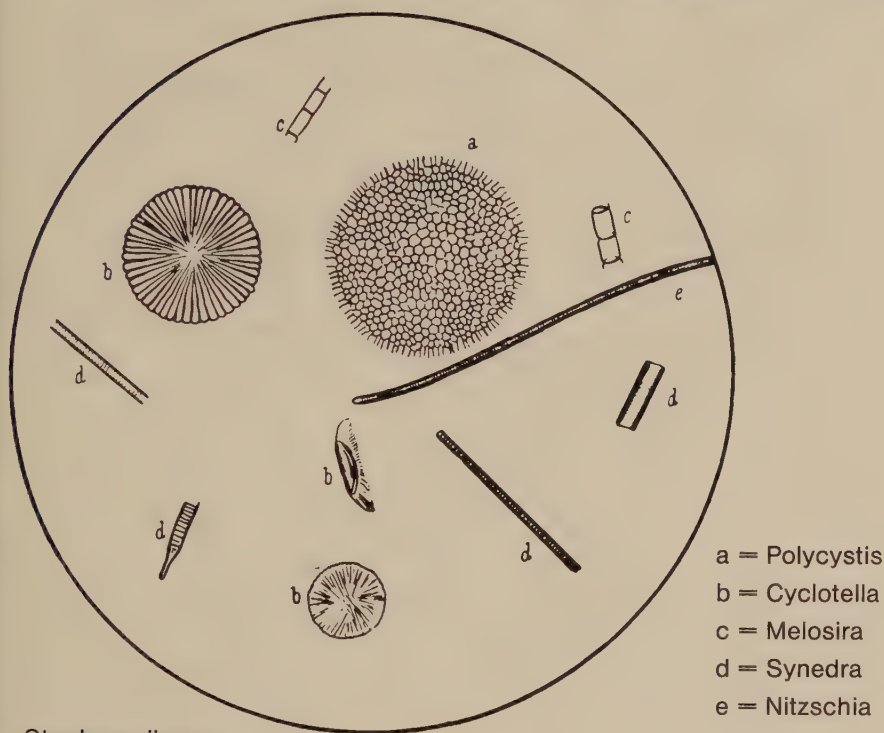
Kolonie von *Pinnularia socialis*
Valvaransicht



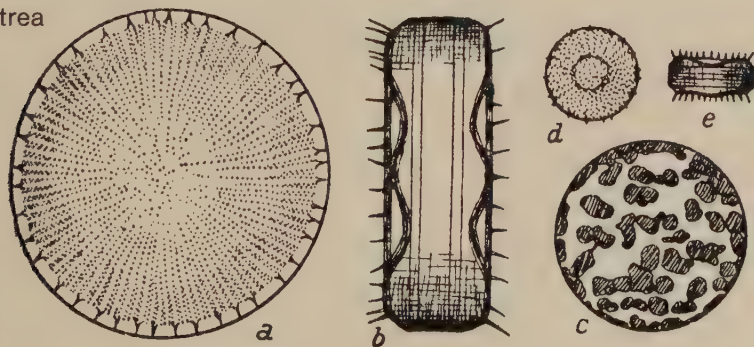
Transapikalschnitt

2.1.5. **Diatomeenarten die bei gerichtsmedizinischen Untersuchungen an Süßwasserleichen am häufigsten anzutreffen sind.**

a. Melosira – b. Nitzschia – c. Achnantes – d. Synedra – e. Stephanodiscus – f. Pinnularia – g. Cyclotella – h. Diatoma vulg. – i. Diploneis

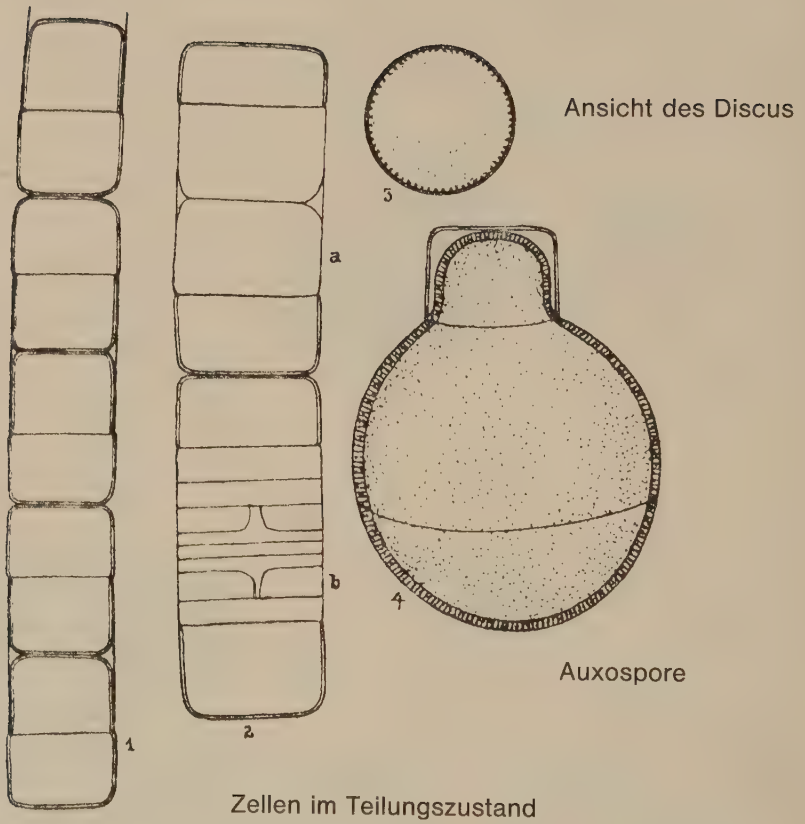


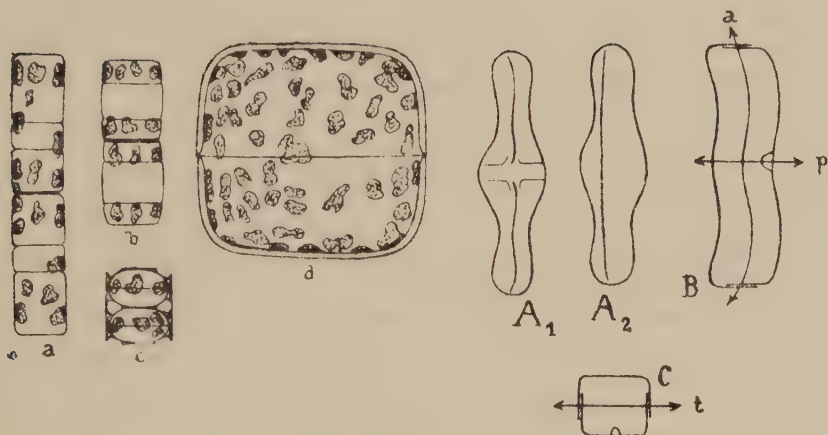
Stephanodiscus
astrea



Zelle mit Chromatophoren

Melosira varians





Cyclotella compta



2.2. Physiologische Grundlagen

2.2.1. Der Turgor

Untersuchungen über den Turgor der Diatomeen haben ergeben, daß bei isotonischen Lösungen von 0,1 – 0,2 äquivalentem Kalisalpeter zwar die Ortsbewegung aufhört, die Zellen jedoch nicht absterben. Bei Einbringen von 0,15 äqu einer Lösung zeigt sich nach einer Stunde der Anfang einer deutlichen Plasmolyse. Nach Berechnungen von HUSTEDT ergibt sich daraus ein Innendruck von 4 – 5 at. Diesem verhältnismäßig hohen Druck muß der Reibungswiderstand der übereinandergreifenden Gürtelbänder das Gleichgewicht halten. Änderungen der Druckverhältnisse treten bei Teilungsvorgängen ein, bei denen die Gürtelbänder auseinanderweichen. (Alten 1913)

2.2.2. Verhalten der Diatomeen bei Änderung der Konzentration des umgebenden Mediums.

Die einzelnen Diatomeenarten verhalten sich bei veränderten Konzentrationen des Wassers sehr unterschiedlich. Einige reagieren empfindlich und sterben ab, andere erweisen sich bezüglich dieser Änderungen als sehr widerstandsfähig. Die hierzu gemachten physiologischen Versuche sind wesentlich für das Verständnis der geographischen Verbreitung der Diatomeen. Ihre Veränderbarkeit durch verschiedene Zuflüsse aus Abwässern aller Art ist in qualitativer wie auch in quantitativer Form ein ernstzunehmender Faktor bei der Asservierung der Ertrinkungsflüssigkeit. Folgerungen auf andere Organteile sind mit größter Vorsicht zu betrachten.

2.2.2.1. Marine Diatomeen zeigen insbesondere bei Herabsetzung der Konzentration des Wassers, z. B. im Brackwasser unserer Meere ein er-

hebliches Absterben. Nur geringe Mengen können sich dem neuen Medium anpassen. Dagegen zeigt sich, daß eine Erhöhung der Konzentration im allgemeinen leichter ertragen wird.

2.2.2.2. Bezüglich der **Süßwasserdiatomeen** zeigt sich, daß ein Salzgehalt bis 1,5% ohne Schwierigkeiten ausgehalten wird. Ein Überschreiten dieser Grenze, ist auch durch langsames Gewöhnen nicht zu erzielen. Eine Rückimpfung in Lösungen niedrigeren Salzgehaltes wird hingegen akzeptiert. In der freien Natur jedoch liegen die Verhältnisse durch floristische Untersuchungen belegbar (HUSTEDT 1930) wesentlich ungünstiger. So sind in der Brackwasserflora bei 0,55% NaCl fast keine Süßwasserdiatomeen mehr zu finden. Eine derartige Empfindlichkeit dieser Arten ist heute um so mehr zu berücksichtigen, da durch Industriezuflüsse und Emissionen nahezu täglich der Konzentrationsgehalt des Wassers verändert wird und somit auch der Lebensbereich vieler Gattungen von Kieselalgen sich einschränkt. (*Dietrich 1977; Hustedt 1930; Jarosch 1961*)

2.2.3. **Die Ernährung der Kieselalgen**

Untersuchungen verschiedener Gewässertypen haben eine stark differenzierte Zusammensetzung der Diatomeenflora ergeben. Die Ursache liegt zumeist in der chemischen Zusammensetzung des Wassers. Als reichhaltig haben sich besonders alkalisch reagierende Gewässer erwiesen, während an säurereichen Wasseransammlungen gewöhnlich eine Verarmung an Arten feststellbar ist.

Unter den Metallen sind es besonders Kalzium, Kalium, Magnesium und Natrium, die für die Ernährung der Diatomeen eine wichtige Rolle spielen. Eisenhaltige Gewässer, soweit untersucht, sind allerdings weniger günstig als Nährboden für Kieselalgen. Einige Arten, darun-

ter auch die *Pinnularia*, sind als extrem kalkfeindlich zu bezeichnen. Das Sauerstoffbedürfnis der Kieselalgen ist ebenso recht unterschiedlich. Starker Sauerstoffschwund innerhalb eines Gewässers ist aber stets mit einem deutlichen Rückgang verbunden. Faulende Gewässer sind in dieser Hinsicht daher immer arm an Arten, enthalten aber zwei charakteristische Vertreter nämlich die *Nitzschia palea* und die *Navicula miniscula*. Bei Teichdüngungsverfahren wurde erkennbar, daß Phosphor zu den unentbehrlichen Stoffen für das Leben dieser Süßwasserdiatomeen gehört.

Auf Giftstoffe wie Arsensäure, Chloroform, Schwefelverbindungen aller Art und Kadmium reagieren die Diatomeen sehr rasch und sterben ab. Dieser Prozeß kann in Kürze erfolgen oder aber durch Fortpflanzungsunfähigkeit längeren Zeitraum in Anspruch nehmen.

2.2.3.1. **Der Einfluß industrieller Abwässer.**

Auf Grund langjähriger Untersuchungen werden heute Gewässer limnologisch nach ihrem Verschmutzungsgehalt in verschiedene Zonen eingeteilt, um eine sichere Auffindungsmöglichkeit zu gewährleisten.

2.2.3.1.1. Die **tote Zone** im Wasser ist jene, in der nach Einleitung von Abwässern jedes Leben erlöscht. Grund dafür sind Giftstoffe, Salze, pH-Änderungen und Sauerstoffmangel.

2.2.3.1.2. Die **polysaprobe Zone** zeichnet sich durch Fäulnisbildung aus. Es kommt zu Reduktionserscheinungen und Sauerstoffmangel. In diesem Milieu lassen sich Bakterien und solche Protozoen nachweisen, welche die Bakterien als Nahrungsquelle benützen, wie z. B. Geißeltierchen. Diatomeen sind nicht auffindbar, jedoch Grünalgen.

2.2.3.1.3. In der **alpha-mesosaproben Zone** ist tags meist mehr Sauerstoff vorhanden, als nachts. Hier gedeihen Kieselalgen, wie *Stephanodiscus*, *Cyclotella*, *Navicula* und *Nitzschia palea*.

2.2.3.1.4. In der **beta-mesosaproben Zone** ist der Sauerstoffgehalt ausgeglichen und somit kommen zu oben angegebenen Arten noch *Synedra*, *Diatoma* und *Melosira* dazu. Hier läßt sich also der Hauptbestand unserer untersuchten Diatomeenarten finden.

2.2.3.1.5. In der **oligosaproben Zone** ist die Oxydation beendet, die organische Substanz abgebaut und nur noch vereinzelt Diatomeen wie Gattung *Cyclotella* und *Tabellaria* zu finden. Durch diese Untersuchungen von JAROSCH (1961), wurde sichergestellt, daß vielfach chemisch differente Gewässer nur bestimmte Arten von Kieselalgen enthalten und pauschal nicht alle Süßwasserarten, die sonst vorkommen können, enthalten müssen. Der Gehalt an Nähr- und Giftstoffen ist daher für die Entwicklung der Diatomeenflora von ausschlaggebender Bedeutung und hängt wesentlich von den im Wasser gelösten Stoffen ab. (*Hustedt 1930; Alten 1915; Dietrich 1977; Jarosch 1961*)

2.2.4. **Der Einfluß des Lichtes auf Diatomeen.**

Einige Diatomeenarten vermögen nur in größeren Wassertiefen zu gedeihen. Die größere Zahl jedoch findet sich im flachen Wasser. Daraus geht hervor, daß auch die Lichtbedürfnisse durchaus nicht gleich sind. Auf Grund der Untersuchungen von HUSTEDT konnte ermittelt werden, daß die Diatomeen im Halbschatten, mehr noch im Dunkeln ihre Vermehrungstätigkeit einstellen, ihre Lebensfähigkeit aber noch einige Zeit behalten. Direkte und intensive Sonnenbestrahlung ist auf jeden Fall tödlich.

2.2.5. **Der Einfluß der Temperatur.**

Entsprechend den starken Schwankungen, denen das Lebewesen der Kieselalgen unterliegt, sind sie imstande, bedeutende Temperaturdifferenzen zu ertragen. Die beste Entwicklung liegt zwischen 15 und 30 °C. Bei 35 °C stellen sie bereits ihre Zellaktivitäten ein und bei 38 °C sind die meisten Arten am Absterben. Das Entwicklungsoptimum liegt bei 25 °C. Temperaturen um den Gefrierpunkt und darunter sind nur noch von *Nitzschia putrida* zu ertragen. Daß diese Eigenschaft der Kieselalgen von größter Bedeutung ist, wird verständlich, wenn man bedenkt, daß sie an ihren natürlichen Standorten beträchtlichen Temperaturschwankungen unterworfen sind. Abgesehen von der, in unseren Breiten ziemlich großen Spanne zwischen den Grenztemperaturen eines Jahres, treten auch erhebliche Temperatursprünge in kürzester Zeit auf. Diese Faktoren sind dafür verantwortlich, daß beim Überschreiten einer Grenztemperatur nach unten oder oben, soweit keine andere Einflußnahme vorliegt, ein Absterben der Diatomeen einsetzt und somit eine dünnere Besiedlung der verschiedenen Wassertiefen. Die Einflüsse von Grundwasserquellen, kalten oder warmen Strömungen, bewirken ähnlich obig genannten Faktoren eine Änderung der Populationsdichte und -breite. (*Hustedt 1930; Jarosch 1961*)

2.3. Rechtsmedizinische Untersuchungen

2.3.1. Tabellarische Übersicht von Diatomeenfunden in Organen von Wasserleichen die in der Zeit von 1949 – 1979 in der Zeitschrift für die gesamte gerichtliche Medizin veröffentlicht wurden.

Autor/Jahr	Anzahl der Wasserleichen	Positive Funde	Negative Funde
Mueller, 1949	23	18	5
Mueller, 1952	2	2	0
Busch, 1950	6	6	0
Tamaska, 1950	1	1	0
Naeve, 1955	54	45	9
Jääskelainen, 1966	9	7	2
Reh, 1967	20	18	2
Timpermann, 1967	31	28	3
Staak, 1967	48	46	2
Jääskelainen, 1968	15	14	1
Möttonen, 1970	6	2	4
Schellmann, 1979	7	7	0
Total	222	194	28

Aus diesen Ergebnissen ist zu folgern, daß an **87,39%** der Wasserleichen Diatomeen nachweisbar sind und an **12,61%** der untersuchten Fälle nicht.

2.3.1.1. Tabellarische Übersicht von Diatomeenfunden in Organen plötzlich unnatürlich Verstorbener, die in der Zeit von 1949 – 1979 in der Zeitschrift für die gesamte gerichtliche Medizin veröffentlicht wurden.

Autor/Jahr	Anzahl der Wasserleichen	Positive Funde	Negative Funde
Einbrodt, 1956	8	2	6
Spitz, 1963	22	21	1
Mueller, 1965	30	1	29
Timpermann, 1967	17	6	11
Staak, 1968	30	1	29
Burger, 1968	21	18	3
Möttonen, 1970	4	0	4
Schellmann, 1979	16	15	1
Total	148	64	84

Die Zusammensetzung der Daten ergibt, daß bei **43,24%** der Untersuchungen an Nichtwasserleichen Diatomeen nachweisbar sind und in **56,76%** der Fälle nicht!

2.3.1.2. Übersicht

1949 ging MUELLER erneut die Frage zum Beweiswert des Ertrinkungstodes nach. Dabei wurde die von REVENSTORF bereits 1904 erwogene Möglichkeit bedacht, ob nicht doch corpusculäre Elemente der Ertrinkungsflüssigkeit, auch dann, wenn sie größer sind als ein Erythrocyt, durch die Alveolarwand in den kleinen Kreislauf und durch die Lungenwege über das Herz in den großen Kreislauf übergehen können. Daß Ertrinkungsflüssigkeit von den Alveolen in den kleinen Kreislauf übergehen konnte, wurde durch die Hämatokritmethode von PONSOLD festgestellt. Die praktische Verwertbarkeit der Methoden scheiterte letztendlich an dem Eintreten der Leichenzersetzung.

So wurde also nach größeren corpusculären Elementen gesucht, um der bis dato noch herrschenden Meinung, daß Plankton in den Lungenalveolen abfiltriert werde, entgegenzutreten zu können.

Durch seine Tierversuche konnte MUELLER (1949) feststellen, daß Diatomeen durch die Alveolarwand in den kleinen Kreislauf übergehen können, sowie bis zu einer Größe von 30 µm ins Herz gelangen. Darüber hinaus sind sie auch in der Leber und vor allem in der Niere aufzufinden gewesen. Hiermit leitete er die Suche nach neuen Fakten für den Beweiswert der Diatomeen beim Ertrinkungstod ein.

Die Unterschiedlichkeit der Ergebnisse nachfolgender Forschungsarbeiten, ließ die Autoren jedoch nicht zu einem eindeutigen Votum kommen. Der Diatomeennachweis blieb auf Grund positiv wie negativ gefundener Parameter fragwürdig.

- 2.3.1.3. In den seit 1949 – 1979 veröffentlichten Beiträgen zum Diatomeenbeweiswert haben sich auf Grund ihrer Ergebnisse 13 Autoren positiv, 9 negativ und 4 nicht eindeutig entschieden.

Eine Ablehnung des Diatomeennachweises nahm erst zu Beginn der 60er Jahre zu, als sich die Untersuchungsmethoden wesentlich verfeinern ließen.

2.3.2. Die Entwicklung des Diatomeenbeweiswertes 1950 stellte MUELLER mit seinen Untersuchungen an Wasserleichen fest, daß Flüssigkeitsbestandteile wie Diatomeen postmortal bis in die Peripherie der Lungen eindringen kann, beim vitalen Ertrinkungsvorgang sogar bis ins Herzblut. Dies geschieht meist unter besonderen Bedingungen, wie Bewegung der Leiche im Wasser und Überdruck von circa 0,5 atü, was einer Wassertiefe von 5 m entspricht. Hierbei platzen die Alveolarwände infolge Überdrucks und die in die Alveolen hineingepreßte Flüssigkeit kann bis zum Herzen vorgedrückt werden. Unter Berücksichtigung der Ortsbewegung von Diatomeen wurde daher postuliert, daß die Untersuchung der Organe des großen Kreislaufs auf Diatomeen für die praktische Diagnose des Ertrinkungstodes zu empfehlen ist. *(Mueller 1952; Scheibe et al. 1961)*

1955 fand INCZE, daß beim Ertrinken in planktonhaltigem Wasser, Plankton aus der Lunge über das Blut in die Organe resorbiert wird. Diese Menge sei natürlich je nach der Planktondichte des eingeatmeten Wassers, der Dauer des Ertrinkungsvorgangs und der Todesart im Wasser unterschiedlich. Bemerkenswert war, daß man 40 – 60 µm große Diatomeen fand, im Gegensatz zu MUELLER, der als äußerste Größe 30 µm angab.

Bereits damals wurde von TAMASKA aber darauf hingewiesen, neben den Organen des großen Kreislaufs auch Knochenmark zu asservieren, da dies vor Kontamination am besten geschützt sei.

Zur gleichen Zeit wurde die Gültigkeit des Diatomeennachweises durch Untersuchungen von NAEVE (1955) eingeschränkt. Die unter-

schiedliche Planktondichte der Gewässer, bedingt durch jahreszeitliche Schwankungen, müßte berücksichtigt werden, um quantitative Differenzen zu vermeiden. Ein Jahr später wurden bei Kontrolluntersuchungen an zwei Nichtwasserleichen Diatomeen entdeckt. (Einbrodt 1956) Er wies darauf hin, daß eventuell andere Faktoren, als Verunreinigungen bei der Sektion zu diesem Fund geführt haben, da die Toten beruflich mit Kieselgur in Berührung kamen. Da nach TAMASKA (1961) eine Verunreinigung der inneren Organe unabdingbar war, wurde aus diesem Grunde Knochenmark Ertrunkener untersucht. Man fand nur Diatomeen der Größe 10 – 15 µm aber keine der größeren Arten die sich ebenfalls im Ertrinkungswasser befanden. Bei den Knochenmarksfunden konnte es sich also nicht um eine postmortale Verunreinigung oder um einen technischen Fehler handeln. TAMASKA folgte aus seinen Experimenten, daß Diatomeen beim Ertrinkungsvorgang bis in das Knochenmark gelangen. Von der Außenumgebung aber penetrieren auch nach langer Lagerung im Wasser keine Diatomeen in das Knochenmark.

Nur Wasserleichen konnten daher im Knochenmark Diatomeen enthalten, jedoch keine andersweitig Verstorbenen.

Insgesamt wurden alle Nachweise, ob am Blut, am Knochenmark oder an den Organen des großen Kreislaufs als positiv beweiskräftig für den Ertrinkungstod angesehen. (Jääskeläinen 1967; Wieczorek 1968; Timperman 1968; Staak 1968)

Einschränkungen wurden nur hinsichtlich der Tatsache gemacht, daß bei allen Untersuchungen die Quantität der gefundenen Arten stark differieren könne und somit der Nachweis nicht mehr als „streng spezifisch“ anzusehen sei, (Staak 1968) seine Gültigkeit jedoch nicht in Frage zu stellen wäre. Die Festlegung eines Grenzwertes für Diatomeen in Wasserleichen wurde als notwendig erachtet, war aber auf

Grund der unterschiedlichen Untersuchungsmethoden und der nicht ausschließbaren Kontamination nicht möglich. Die Befürwortung des Beweiswertes wurde in der Zeit von 1968 – 1979 den verbesserten Lehrmethoden zugrunde gelegt. Die frühere Zerstörung der Kieselalgenskelette durch zu lange und unsanfte Säurebehandlung des Organaufschlusses konnte weitestgehend ausgeschlossen werden. (*Staaak 1968; Jääskelainen 1968; Burger 1968; Möttonen 1971; Udermann 1975; Ranner 1981*)

Der erste Hinweis über ein mögliches Ablehnen des Diatomeenbeweiswerts beim Ertrinkungstod wurde 1956 von EINBRODT gegeben. Daraus geht hervor, daß den Diatomeenfunden in den Lungen Ertrunkener keine große Bedeutung beigemessen werden dürfe, da auch postmortal in die Lunge eines Leichnams corpusculäre Elemente einzudringen vermögen. Es konnte von EINBRODT (1961) bewiesen werden, daß auch durch Einatmen diatomeenhaltigen Staubes, Kieselalgen in die Lungen gelangen können.

1961 wurde durch limnologische Untersuchungen dargelegt, daß die Möglichkeit den Ertrinkungstod durch Diatomeennachweise zu erhärten, immer schwieriger würde, da sich die Kieselalgenarten auf Grund chemischer Einflüsse und den Abwässern quantitativ und qualitativ grundsätzlich nicht in allen Wasserschichten gleich auffinden ließen. Eine Kenntnis des Plaktonvorkommens in den Gewässern, in welchen das Ertrinken erfolgte, sei unbedingt nötig. (*Mueller 1952; Jarosch 1961*) Tierexperimentelle Untersuchungen von REH (1961) über das Pleuratranssudat bei Wasserleichen erbrachten grundlegende Erkenntnisse.

Sie ergaben, daß nicht nur bei ertränkten, sondern auch bei tot ins Wasser gelangten Tieren postmortal beträchtliche Mengen von Ertrinkungsflüssigkeit in die Atmungsorgane einzudringen vermochten. Vor-

geschädigte Lungen hatten dabei eine weit größere Durchlässigkeit. Es war daher nicht auszuschließen, auch bei menschlichen Wasserleichen ähnliche Verhältnisse anzutreffen.

Durch Wasserdruckversuche an frischen menschlichen Leichen gelang es eine typische Ertrinkungslunge mit allen für sie charakteristischen Merkmalen zu erzeugen. Voraussetzung war eine längere Liegezeit im Wasser und oder eine Wassertiefe von etwa 5 m. (Reh 1961)

In Ergänzung der Ergebnisse von REH wurde untersucht, ob Kieselalgen über den Magen-Darm-Kanal und die Pfortader in die Leber und von dort aus in weitere Organe des großen Kreislaufs gelangen könnten. Diese Vermutung ließ sich von SPITZ (1963) bestätigen. Zur Kontrolle dieses Ergebnisses wurde die Leber von 22 Leichen Nichtertrunkener untersucht. Auch hier war der Diatomeenfund in 21 Fällen positiv. Daraus schloß man ein gehäuftes Vorhandensein von Diatomeen in der Luft. Eine Rücksprache mit den Meteorologen der F. U. Berlin ergab, daß einzelne Winde, insbesondere der HARMATTAN aus der Sahara bis nach Europa vordringen und Kieselalgen in sehr großem Ausmaß mit sich führen. Luftfiltrationsbänder zur Bestimmung der Radioaktivität wurden für die Messung der Kieselalgen herangezogen um den Nachweis erbringen zu können. Dabei wurden 13 Städte der BRD ausgewählt und es stellte sich heraus, daß Diatomeen in der Luft keine örtlich bedingte Seltenheit waren! So fand man in München nach 6 Stunden, bei einer durchschnittlich filtrierten Luftmenge von $27 \text{ m}^3/\text{h}$, 154 Diatomeen. Das entspricht 0,94 Diatomeen auf 1 m^3 Luft. (Spitz 1963)

Waren es in Anbetracht der großen Mengen an Diatomeen in der Luft lediglich Verunreinigungen von außen, oder endogen im Körper vorhandene? Die von Peterson gemachten Studien bei 70 Nichtertrunkenen mit positiven Ergebnissen und jene von SPITZ ließen zumindest

die Frage offen, ob nicht doch Diatomeen wie z. B. Stärke und Plastikpartikel aus dem Darm in das Blut übergehen könnten. „Es schien somit als angezeigt, bei der Bewertung des Diatomeenbefundes zur Diagnose des Ertrinkungstodes größte Vorsicht walten zu lassen, da sie keinen absoluten Beweiswert mehr darstellen konnten!“ (*Spitz 1963; Rommeney 1965; Schneider 1967*)

Ertränkungsversuche an Ratten zeigten zudem noch auf, daß die Tiere überhaupt keine Diatomeen der Ertrinkungsflüssigkeit enthielten. Darum wurden erhebliche Bedenken angemeldet, ob überhaupt bei der Aspiration von Ertrinkungsflüssigkeit Diatomeen in den Kreislauf gelangen können. (*Schneider 1967*)

Der Einfluß von Bewußtlosigkeit bzw. die Alkoholeinwirkung auf das reflektorisch bedingte Einatmen von Wasser wurde daher nocheinmal untersucht. Anlaß dazu gab die relativ hohe Frequenz reichlichen Alkoholgenusses im Zusammenhang mit Ertrinkungsfällen. Es zeigte sich, daß bei sehr hohem Blutalkoholgehalt von 3,6 – 4,1 Promille in den Organen Ertrunkener nur sehr wenig oder gar keine Diatomeen auffindbar waren. (*Jääskelainen 1968*)

Neue Versuchswege wurden von MÖTTÖNEN und RAVANKO (1971) eingeschlagen, um auf semiquantitativem Weg, positive Ergebnisse für den Beweis erzielen zu können. Unter Berücksichtigung, daß Diatomeen im Leben über den Respirationstrakt und den Magen-Darm-Kanal in den Organismus gelangen, (*Otto 1961*), sowie in den fetalen Kreislauf über die Placenta, (*Rommeney et al. 1966*), sollte von SCHELLMANN (1979) eine neue Versuchsreihe gestartet werden. Die Ergebnisse von TAMASKA (1961), THOMAS (1961), STAAK (1968), UDERMANN und SCHUMANN (1975), die alle keine nennenswerten Diatomeenzahlen in Nichtertrunkenen fanden, sollten nochmals ergänzt werden. Die Untersuchungen von SCHELLMANN, der Kno-

chenmark Ertrunkener sowie Nichtertrunkener untersuchte, waren nicht im Sinne der Befürworter des Diatomeenbeweises. Nach seinen Ergebnissen fand sich keine eindeutig unterschiedliche Anzahl von Kieselalgen im Knochen Ertrunkener und Nichtertrunkener, so daß der Beweis nicht mehr als Indiz für den Ertrinkungstod gelten konnte. Dem ging die Überlegung voraus, daß offenbar doch während des Lebens genügend Kieselalgen in die Organe des großen Kreislaufs gelangen können. (*Schellmann et. al. 1979*)

2.3.3. Entwicklung der chemischen und histologischen Untersuchungsmethoden.

Die Zerstörung der Organproben um die Diatomeen sichtbar zu machen, erfolgte 1949 auf rein chemischem Wege. Es handelt sich hierbei um die sogenannte nasse Veraschung. 25 – 30 g der Organteile kamen in konzentrierte Schwefelsäure und wurden dann im Kjeldahl-Kolben erhitzt, bis die Substanz zerfallen war. Ein Übersäumen wurde durch tropfenweise Zugabe von Salpetersäure verhindert. Die so entstandene Flüssigkeit wurde in ein Spitzgläschen überführt und 3 min. bei 3500 Umdrehungen zentrifugiert. Das Sediment brachte man dann unmittelbar danach auf einen Objektträger, versah es mit einem Deckglas und konnte es gleich mikroskopieren. Die mögliche Kristallbildung, es waren in der Hauptsache Silikate und Calciumsulfate, konnte zu diesem Zeitpunkt noch nicht verhindert werden. (*Mueller 1949*)

Blutuntersuchungen auf den Diatomeengehalt machte man nach dem Hämolyseverfahren. Dabei wurden einige quadratzentimetergroße, subpleurale Teile der Lungenlappen ausgepreßt, der Saft mit aqua dest. hämolyseiert und nach mehrfachem Auswaschen zentrifugiert. Das Sediment wurde dann auf einen Objektträger gebracht. (*Tamaska 1955*)

Eine Verbesserung der Organaufschlüsse erfolgte im Rahmen der nas-
sen Veraschung durch Zugabe von Salpetersäure und nur geringen
Mengen Schwefelsäure. Bei leichtem Erhitzen im Kjeldahl-Kolben
wurde die Oxydation zur Schonung des Materials mit Perhydrol unter-
stützt. Die Untersuchungen erfolgten anschließend in der Säure und
im Dunkelfeld des Mikroskopes. (Naeve 1955)

Änderungen der Säurekonzentrationen und der Entfettungsmethoden
mit Alkohol sowie das Auskochen im Rückflußkühler mit Destilierauf-
satz, dienten zur Verbesserung und schonenderen Behandlung des
aufgeschlossenen Materials. (Tamaska 1961; Mueller 1963; Spitz 1963;
Jääskeläinen 1967; Wieczorek 1968; Burger 1968)

Parallel zu dieser Methode des Organaufschlusses gab es die Möglich-
keit die Kieselalgen mittels des „optisch leeren Schnitts“ im Hell- oder
Dunkelfeld eines Mikroskopes zu betrachten. Dazu wurde Kanadabal-
sam als Einbettungsmittel in Brombenzol gelöst. Die Mischung hatte
nach dem Erhärten einen Brechungsindex von 1,556, ähnlich dem des
Gewebes. (Timm 1956) Es war jedoch notwendig, nicht zu dünne
Schnitte anzufertigen, da die die Schnittdicke überschreitenden Dia-
tomeen beim Schneidevorgang beschädigt wurden und eine ange-
strebte Typendifferenzierung nur schwer möglich war.

Eine Abwandlung der Untersuchungsmethode war die Gefrierschnitt-
Technik, bei der frisch entnommene Organe in 20 µm dicke Schnitten
geteilt wurden. Sie wurden in Isopentan und Aceton bei – 70 Grad
gehalten, anschließend geschnitten, 5 min. in 96%en Alkohol einge-
taucht und mit Monobrombenzol-Kanadabalsam-Mischung bedeckt,
so daß man sie im Dunkelfeld des Mikroskopes betrachten konnte.
Dieses Verfahren gestattete gegenüber den früheren eine Unter-
suchung der Proben 20 min. nach der Entnahme der Organe. (Jääske-
lainen 1968)

Um eine Vereinfachung und Zeitersparnis zu erreichen, wurde das sogenannte Millipore-Verfahren zur Diatomeendarstellung herangezogen. Es handelte sich hierbei um eine in der Laboratoriumsmedizin bekannte Methode zur Auffindung von Krebszellen. Die auf ihren Diatomeengehalt untersuchten Blutproben wurden hämolysiert und passierten unter Anwendung negativen Saugens einen 5 µm dichten Filter. Das Filterpapier wurde anschließend am Objektträger befestigt und 10 min. in 96%igen Alkohol und 2 min. in absolutem Alkohol gelegt. Nach erfolgter Trocknung wurde der Filter mit Xylol-Lösung transparent gemacht. Die auf dem Filter festgehaltenen Diatomeen konnten daraufhin unter dem Mikroskop betrachtet werden. (*Möttonen et al. 1971*)

Der letzte Beitrag über den Diatomeennachweis wurde 1975 von UDERMANN veröffentlicht. Die nötigen Organaufschlüsse wurden mit gleichen Volumenanteilen rauchender wie konzentrierter Salpetersäure in einem Rundkolben durchgeführt. Anschließendes Kochen von 15 – 20 min. am Rückflußkühler mit Destillieraufsatz ergab die gewünschte Flüssigkeit. Nach Verdünnung mit 100 ml aqua dest. wurde der Aufschluß in einem Ganzglasfiltrationsgerät mit Filterpapier der Porengröße 1,2 µm unter Anwendung von Vakuum filtriert. Der getrocknete Filter wurde mit 10 ml konzentrierter Salpetersäure übergossen und im Rückflußkühler bis zu seiner Auflösung gekocht. Danach wurde mit aqua dest. auf ein bestimmtes Volumen aufgefüllt und ein aliquoter Teil durch ein zweites Filter filtriert. Diese gelangte dann zur mikroskopischen Untersuchung. (*Udermann 1975; Schellmann 1979*)

Dem Prinzip dieser Methode sollte die praktisch verlustfreie Kieselalgengewinnung durch Aufschluß und Ultrafiltration zugrundeliegen.

3. BESCHREIBUNG DES UNTERSUCHUNGSMATERIALS

3.1. Im laufenden Jahr 1981 wurden von 11 eingelieferten Süßwasserleichen folgende Organe untersucht:

1. Leber
2. Lunge
3. Milz
4. Niere
5. Knochenmark (Manubrium sterni)
6. Mageninhalt

3.2. Des weiteren wurden Wasserproben von der Auffindungsstelle entnommen und auf ihren Diatomeengehalt überprüft.

3.3. Zur Kontrolluntersuchung wurden die gleichen Organteile 2er plötzlich unnatürlich Verstorbener asserviert.

3.4.1. Übersicht

Sektions-Nr.	Geschlecht	Alter
976	männlich	15 Jahre
979	männlich	70 Jahre
1001	männlich	unbekannt
1054	weiblich	26 Jahre
1057	männlich	28 Jahre
1062	männlich	16 Jahre
1120	männlich	1 Jahr
1131	weiblich	48 Jahre
1197	männlich	70 Jahre
1201	männlich	44 Jahre
1205	männlich	50 Jahre
1242	männlich	47 Jahre
1275	weiblich	17 Jahre

3.4.2. Übersicht

Sektions-Nr.	Fundort	Fundtiefe	Liegezeit	Wasser-temperatur
976	Ammersee	18	2,5 d (g)	8 °C
979	Isar	oberfl.	3 d (g)	14 °C
1001	Innstaustufe Neuötting	oberfl.	6 Wochen (v)	9 °C
1054	Donau	oberfl.	11,5 h (g)	16 °C
1057	Isar	oberfl.	4 – 5 h (v)	13 °C
1062	Baggersee bei Irrsee	oberfl.	4 h (v)	21 °C
1120	Hödenauer See	oberfl.	1 – 2 h (v)	22 °C
1131	Rottstaustufe	oberfl.	ca. 2 Wo. (v)	18 °C
1197	Isar	oberfl.	6 – 8 h (v)	16 °C
1201	Isar	oberfl.	ca. 12 h (v)	18 °C
1205	Mühlbach	oberfl.	4 d (v)	15 °C

v = vermutlich

g = gesichert

3.4.2.1. Anmerkung

Nach Möglichkeit wurde die Wassertemperatur in 2 m Tiefe, als Mitteltemperatur gemessen. Bei Gewässern geringerer Tiefe wurde das Mittel zwischen Grund und Oberfläche genommen.

- 4.1. Die während der Sektion entnommenen Organproben wogen ca. 50 – 100 g. Sie wurden sofort in dichtschießende Plastikflaschen verschlossen, um einer weiteren Kontamination mit Leitungswasser vorzubeugen.

Im Labor des Instituts wurden die Proben wegen des Luftfeuchtigkeitsgehalts und den bekannten Kautelen der Kontamination nicht untersucht. Es wurde hierfür ein separater Raum zur Verfügung gestellt.

4.1.1. **Vorbereitung**

Aus den Organstücken wurde eine genau 1 g schwere Probe extrahiert, jeweils mit einem neuen Messer und in einen teflonbeschichteten Zylinder gegeben.

Für den Organaufschluß wurden dann 2 ml 65%ige hochgereinigte Salpetersäure zugesetzt. Das Gefäß blieb so zuerst 3 Std. unter dem Luftabzug zur primären Zersetzung. Anschließend gelangte das Material in einen Stahlzylinder welcher dicht verschraubt wurde.

Um einen vollständigen Organaufschluß zu erhalten, wurde der Stahlzylinder in einen auf 100 Grad C vorgeheizten Ofen gestellt. Verweildauer 2 Std. Die während dieses Prozesses auftretenden Nitrosegase sind über eine Wasserstrahlpumpe abgesaugt worden.

Der nach dem Veraschen gelbliche Organaufschluß wurde somit einer schonenden Behandlung unterzogen, um eine leichte Zerstörung der Kieselalgenkette (*Wieczorek 1968; Timpermann 1969*) durch zu hohe Temperaturen und Säurekonzentration zu vermeiden. Dem Knochenmaterial wurde im Rahmen der nassen Veraschung außerdem 0,5 ml hochprozentige Salzsäure zugegeben, um die Bildung störender Kalziumkristalle zu vermeiden. (*Hustedt 1939*)

4.1.2. Die Filtration des Organaaufschlusses erfolgte ähnlich der Methode nach *Möttonen et al. (1971)* unter Anwendung negativen Saugens (*Schellmann et al. 1979*) mit Filtern der Porengröße 3 und 4,5 µm

4.1.3.1. Für die Filtration wurden eine Saugflasche 1000 ml mit Silikonstopfen, sowie folgender Aufbau verwendet. Sartorius Glasfiltrationsgerät mit Wasserstrahlpumpe.

Material: Jenaer-Glas-Schnellverschluß aus Edelstahl (CrNiMo); Filterunterstützung aus PTFE-beschichtetem Lochblech im PTFE-Ring (PTFE = Polytetrafluoräthylen)

Dichtung: Silikon-O-Ring, 92 x 3 mm

Filterdurchmesser: 25 mm

Vorfilterdurchmesser: 20 mm

Filtrationsfläche: 3 qcm

Fassungsvermögen: 30 ml

Anschluß: Außendurchmesser des Ausgangs 12 mm

Betriebsdruck: Unterdruck mit Wasserstrahlpumpe erzeugt

Die Silikon-O-Ringe mit dem Edelstahlverschluß erlauben eine optimale Abdichtung zur Vermeidung sekundärer Einbringung von Diatomeen. Die Vorfilter sind fotogeätzte Edelstahllochbleche, die elektro-nisch verschweißt und PTFE-beschichtet sind. Sie verhindern damit das Ankleben der Membranfilter während der Filtration.

4.1.3.2. Als Filter wurden Sartorius Membranfilter der Porengröße 3 und 4,5 Mikrometer aus Zellulosenitrat auf die Filterunterstützung gelegt; weiß mit schwarzem Gitternetz und rosa gefärbter hydrophobierter Randzone. Die Filter waren besonders vorzüglich hinsichtlich ihrer hohen Flexibilität, inertem Verhalten gegenüber dem zu filtrierenden Medium

im Rahmen der chemischen Beständigkeit und ihrer sehr niedrigen auswaschbaren Anteile.

4.1.3.3. Die beschichteten Membranfilter wurden unter einem Carl-Zeiss-Photomikroskop München, Nr. 1509, untersucht, bestehend aus:

Stativ Nr. 58421

Tubuskopf Nr. 4036472

Binokulärer Schrägtubus Nr. 4040389

Okularpaar Kpl 8 x

Wechselrevolver 5fach mit Telansystem

runder dreh- und zentrierbarer Kreutztisch Nr. 4031600

Zentrierstück auf anklemmbaren Tischträger Nr. 473301

Kondensor 0,9 mit Klapplinse

Kondensorhilfslinse I

Filmkassette

Belichtungsautomat mit Kabel

Fassung für Lampe 6 V/15 W

Blauglas klar

Objektive:

Planachromat 4/0,16

Planachromat 6,3/0,16

Planachromat 16/0,32

Planachromat 40/0,63

Planachromat 100/1,25 Öl

4.1.4. **Arbeitsweise**

Um ein Verstopfen der Filter durch wachs- oder fetthaltiges Material zu vermeiden, werden Spülgänge mit Petroleumbenzin gemacht. (*Schellmann 1979*)

Die nach einigen Stunden auftretende Gelbfärbung der Filter kann durch tropfenweise Zugabe von Perhydrol 30%ig in den Organaufschluß vermieden werden. Dadurch entfällt die Notwendigkeit die Filter sofort mikroskopisch untersuchen zu müssen.

Das Anfassen und Abheben der Filter erfolgte mit einer speziell geeigneten Pinzette, um Kontaminationen zu vermeiden, welche aus der Handberührung resultieren könnten.

Nach anschließender halbstündiger Trocknung werden die Filter auf einen Objektträger gelegt und mit Oleum santali ostind. DAB VI transparent gemacht. Andere Immersionsöle wie z. B. Cedernöl sind nicht geeignet.

Nach Verschuß mit einem Deckglas gelangte das Präparat zur Betrachtung. Durch den eingepprägten Gitternetzaufdruck ließ sich der Filter systematisch im Durchlicht des Mikroskopes nach Diatomeen untersuchen. Die Durchmusterung der Präparate erfolgte in 250facher Vergrößerung, die genaue Identifizierung bei 650- und 1250-facher Vergrößerung.

4.1.5. **Hinweise**

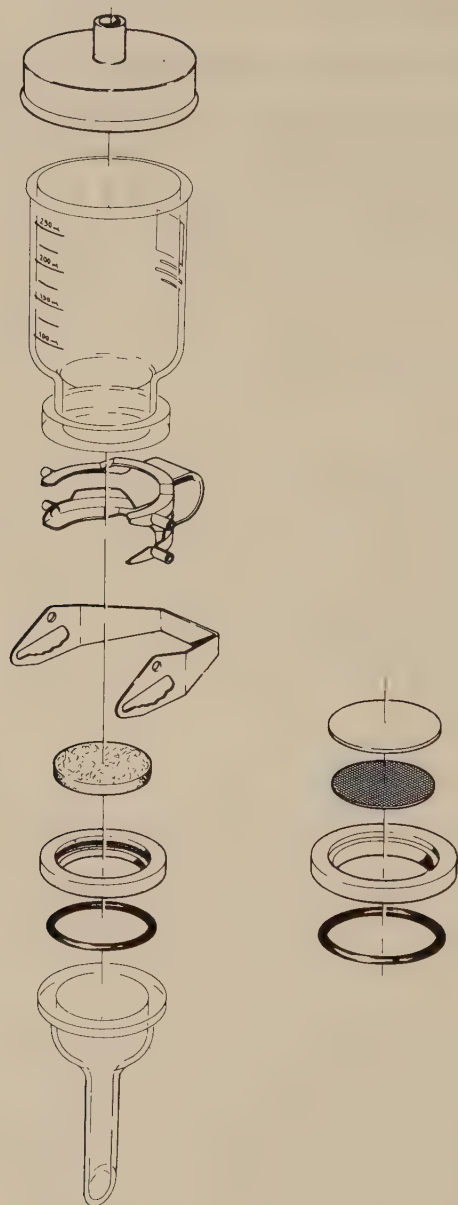
Bei all diesen Arbeiten wurde sorgsam darauf geachtet, daß die Untersuchungsergebnisse nicht durch mögliche Kontaminationen verfälscht werden konnten. So ist anstatt der normalen 96%igen rauchenden Salpetersäure und der 65%igen nur hochgereinigte 65%ige Salpetersäure verwendet worden, um Untersuchungsergebnissen (*Isuneo Koseki 1968*) Rechnung zu tragen, welche zeigten, daß sogar in rauchender Salpetersäure 6 – 8 Diatomeen gefunden wurden. Destilliertes Wasser hingegen, wenn nicht im offenen Zustand im Labor befindlich, enthält keine. So wurde auch auf den Zusatz von Perhydrol zur Entfärbung, nach Möglichkeit verzichtet, ebenso wie auf Petroleumbenzin

zum Entfetten und die Filter nach beendeter Filtration und Trocknung sofort untersucht.

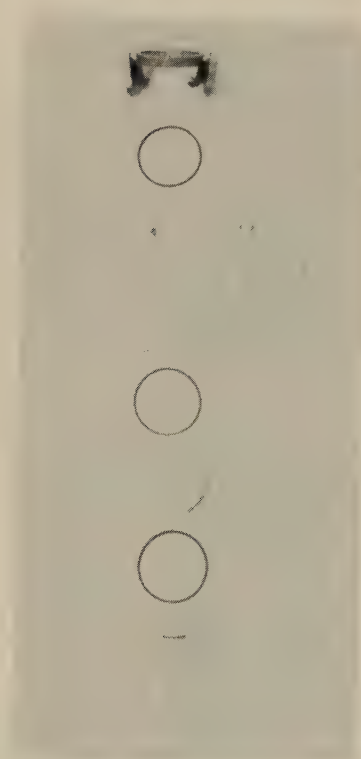
Das für die Transparenz notwendige Oleum santali ostind. erwies sich nach eingehender Untersuchung ebenfalls frei von Diatomeen.

Bei 1250facher und 1600facher Vergrößerung konnte das Auftragen von Immersionsöl auf das Deckglas unterbleiben, da durch das Sandelholzöl auf den Filtern der nahezu gleiche Effekt erzielt werden konnte.

ARBEITSMATERIAL



Satorius Glasfiltrationsgerät (Skizze)

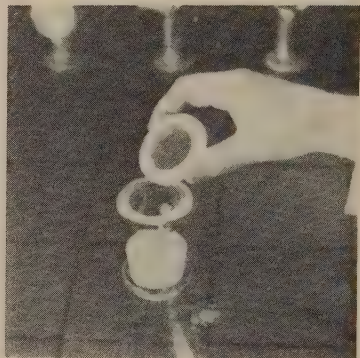


Filter und Glasaufbau

HANDHABUNG DES GLASFILTRATIONSGERÄTS



1



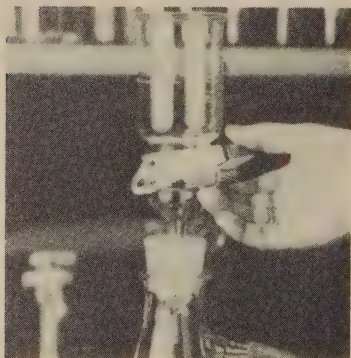
2



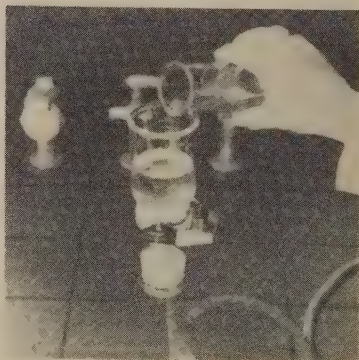
3



4



5

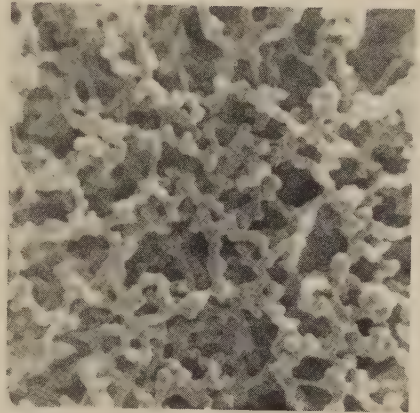


6

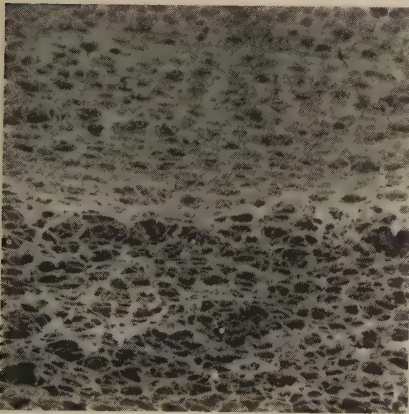
OBERFLÄCHENSTRUKTUR UND SCHNITT DURCH EINEN MEMBRANFILTER



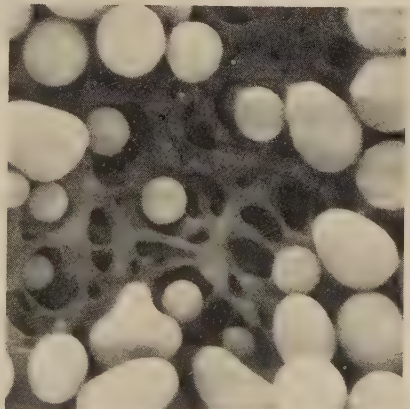
Gitternetzaufdruck des Filters
(REM-Aufnahme 110x)



Oberflächenstruktur
eines Membranfilters
(REM-Aufnahme 6750x)



Schnitt durch einen
Membranfilter (2500x)



Partikelabtrennung auf
einem Membranfilter (6700 x)

5. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

5.1. Die mikroskopische Untersuchung des Materials erfolgte unter der in Punkt 3 angegebenen Methode.

5.1.1. Ergebnis: **Sektions-Nr. 976**

Organ	Diatomeen- bruchstücke	unversehrte Diatomeen	Diatomeen- gattung	Anzahl Total
Lunge	1	3	2 Melosira 1 Achnantes 1 Synedra	4
Leber	0	1	1 Stephanodic.	1
Milz	1	0	1 Synedra	1
Niere	0	0	–	0
Mageninhalt	0	3	1 Pinnularia 1 Navicula 1 Nitzschia*	3
Knochenmark	0	0	–	0
Total	2	7		9

* Nicht eindeutig identifizierbar

Ertrinkungsflüssigkeit:
Ammersee

Diatomeengattung

Anzahl

Pinnularia

1

Synedra

2

Total

3

Vergleich: Mageninhalt-Ertrinkungsflüssigkeit

Mageninhalt

Ertrinkungsflüssigkeit

1 Pinnularia

1 Pinnularia

1 Navicula

2 Synedra

1 Nitzschia

Übereinstimmung der Arten: 1x

5.1.2. Ergebnis: **Sektions-Nr. 979**

Organ	Diatomeen- bruchstücke	unversehrte Diatomeen	Diatomeen- gattung	Anzahl Total
Lunge	0	2	Cyclotella	2
Leber	0	0	–	0
Milz	0	1	Synedra	1
Niere	1	0	Nitzschia*	1
Mageninhalt	0	1	Cyclotella	1
Knochenmark	0	1	Melosira	1
Total	1	5		6

* Nicht eindeutig identifizierbar

Ertrinkungsflüssigkeit:
Isar

Diatomeengattung

Anzahl

Melosira

2

Achnantes

1

Navicula

1

Total

4

Vergleich: Mageninhalt-Ertrinkungsflüssigkeit

Mageninhalt

Ertrinkungsflüssigkeit

1 Cyclotella

2 Melosira

1 Achnantes

1 Navicula

Übereinstimmung der Arten: keine

5.1.3. Ergebnis: **Sektions-Nr. 1001**

Organ	Diatomeen- bruchstücke	unversehrte Diatomeen	Diatomeen- gattung	Anzahl Total
Lunge	0	2	1 Nitzschia 1 Melosira	2
Leber	1	0	1 Synedra	1
Milz	0	1	1 Synedra	1
Niere	0	1	1 Cyclotella	1
Mageninhalt	0	2	1 Achnantes 1 Synedra	2
Knochenmark	0	0	–	0
Total	1	6		7

Ertrinkungsflüssigkeit:
Inn

Diatomeengattung

Anzahl

Synedra

2

Pinnularia

2

Cyclotella

1

Total

5

Vergleich: Mageninhalt-Ertrinkungsflüssigkeit

Mageninhalt

Ertrinkungsflüssigkeit

1 Synedra

2 Synedra

1 Achnantes

2 Pinnularia

1 Cyclotella

1 Navicula

Übereinstimmung der Arten: 1x

5.1.4. Ergebnis: **Sektions-Nr. 1054**

Organ	Diatomeen- bruchstücke	unversehrte Diatomeen	Diatomeen- gattung	Anzahl Total
Lunge	0	3	2 Melosira 1 Pinnularia	3
Leber	0	0	–	0
Milz	0	0	–	0
Niere	1	0	1 Synedra	1
Mageninhalt	0	2	1 Cyclotella 1 Melosira	2
Knochenmark	0	1	1 Achnantes	1
Total	1	6		7

* Nicht eindeutig identifizierbar

Ertrinkungsflüssigkeit:
Donau

Diatomeengattung	Anzahl
------------------	--------

Cyclotella	1
------------	---

Navicula	1
----------	---

Total	2
-------	---

Vergleich: Mageninhalt-Ertrinkungsflüssigkeit

Mageninhalt

Ertrinkungsflüssigkeit

1 Cyclotella

1 Cyclotella

1 Melosira

1 Navicula

Übereinstimmung der Arten: 1x

5.1.5. Ergebnis: **Sektions-Nr. 1057**

Organ	Diatomeen- bruchstücke	unversehrte Diatomeen	Diatomeen- gattung	Anzahl Total
Lunge	0	0	–	0
Leber	0	0	–	0
Milz	0	0	–	0
Niere	0	1	1 Cyclotella*	1
Mageninhalt	1	0	1 Synedra	1
Knochenmark	0	0	–	0
Total	1	1		2

* Nicht eindeutig identifizierbar

Ertrinkungsflüssigkeit:
Isar

Diatomeengattung

Anzahl

Synedra

1

Stephanodiscus*

1

Total

2

Vergleich: Mageninhalt-Ertrinkungsflüssigkeit

Mageninhalt

Ertrinkungsflüssigkeit

1 Synedra

1 Synedra

1 Stephanodiscus

Übereinstimmung der Arten: 1x

5.1.6. Ergebnis: **Sektions-Nr. 1062**

Organ	Diatomeen- bruchstücke	unversehrte Diatomeen	Diatomeen- gattung	Anzahl Total
Lunge	1	1	1 Synedra 1 Achnantes	2
Leber	0	1	1 Achnantes	1
Milz	0	0	–	0
Niere	0	0	–	0
Mageninhalt	2	0	2 Nitzschia	2
Knochenmark	0	1	1 Melosira	1
Total	3	3		6

Ertrinkungsflüssigkeit:
Baggersee

Diatomeengattung

Anzahl

Achnantes

2

Total

2

Vergleich: Mageninhalt-Ertrinkungsflüssigkeit

Mageninhalt

Ertrinkungsflüssigkeit

2 Nitzschia

2 Achnantes

Übereinstimmung der Arten: keine

5.1.7. Ergebnis: **Sektions-Nr. 1120**

Organ	Diatomeen- bruchstücke	unversehrte Diatomeen	Diatomeen- gattung	Anzahl Total
Lunge	0	2	1 Melosira 1 Polycystis*	2
Leber	0	0	—	0
Milz	1	0	1 Nitzschia	1
Niere	0	1	1 Melosira	1
Mageninhalt	3	2	3 Navicula 3 Synedra 1 Melosira	7
Knochenmark	0	0	—	0
Total	4	5		11

* Nicht eindeutig identifizierbar

Ertrinkungsflüssigkeit:
Hödenauer See

Diatomeengattung

Anzahl

Melosira

1

Synedra

3

Total

4

Vergleich: Mageninhalt-Ertrinkungsflüssigkeit

Mageninhalt

Ertrinkungsflüssigkeit

1 Navicula

3 Synedra

1 Melosira

3 Synedra

1 Melosira

Übereinstimmung der Arten: 2x

5.1.8. Ergebnis: **Sektions-Nr. 1131**

Organ	Diatomeen- bruchstücke	unversehrte Diatomeen	Diatomeen- gattung	Anzahl Total
Lunge	0	2	1 Pinnularia 1 Synedra	2
Leber	1	0	1 Synedra	1
Milz	1	2	1 Cyclotella	3
Niere	0	1	1 Melosira	1
Mageninhalt	0	0	–	0
Knochenmark	0	1	1 Cyclotella	1
Total	2	6		8

Ertrinkungsflüssigkeit:
Rottstaustufe

Diatomeengattung

Anzahl

Synedra

2

Total

2

Vergleich: Mageninhalt-Ertrinkungsflüssigkeit

KEINE ÜBEREINSTIMMUNG

5.1.9. Ergebnis: **Sektions-Nr. 1197**

Organ	Diatomeen- bruchstücke	unversehrte Diatomeen	Diatomeen- gattung	Anzahl Total
Lunge	2	0	1 Cyclotella	2
Leber	0	0	–	0
Milz	0	0	–	0
Niere	0	1	1 Cyclotella	1
Mageninhalt	0	1	1 Melosira	1
Knochenmark	0	0	–	0
Total	2	2		4

Ertrinkungsflüssigkeit:
Isar

Diatomeengattung

Anzahl

Navicula

1

Cyclotella

1

Melosira

1

Total

3

Vergleich: Mageninhalt-Ertrinkungsflüssigkeit

Mageninhalt

Ertrinkungsflüssigkeit

1 Melosira

1 Melosira

1 Cyclotella

1 Navicula

Übereinstimmung der Arten: 1x

5.1.10. Ergebnis: **Sektions-Nr. 1201**

Organ	Diatomeen- bruchstücke	unversehrte Diatomeen	Diatomeen- gattung	Anzahl Total
Lunge	1	0	1 Melosira	1
Leber	0	0	–	0
Milz	0	0	–	0
Niere	0	0	–	0
Mageninhalt	1	1	Cyclotella 1 Synedra*	2
Knochenmark	0	0		0
Total	2	1		3

* Nicht eindeutig identifizierbar

Ertrinkungsflüssigkeit:

Isar

Diatomeengattung

Anzahl

Pinnularia

1

Cyclotella

1

Synedra

1

Total

3

Vergleich: Mageninhalt-Ertrinkungsflüssigkeit

Mageninhalt

Ertrinkungsflüssigkeit

1 Cyclotella

1 Cyclotella

1 Synedra

1 Synedra

1 Pinnularia

Übereinstimmung der Arten: 2x

5.1.11. Ergebnis: **Sektions-Nr. 1205**

Organ	Diatomeen- bruchstücke	unversehrte Diatomeen	Diatomeen- gattung	Anzahl Total
Lunge	0	3	2 Achnantes 1 Stephanodiscus	3
Leber	1	0	1 Melosira	1
Milz	0	0	—	0
Niere	1	1	1 Melosira	2
Mageninhalt	0	5	1 Pinnularia 2 Melosira 1 Achnantes 1 Synedra	5
Knochenmark	0	2	1 Cyclotella 1 Synedra	2
Total	2	11		13

* Nicht eindeutig identifizierbar

Ertrinkungsflüssigkeit:
Mühlbach, Würmzufluß
(Hochwasser)

Diatomeengattung	Anzahl
------------------	--------

Achnantes	2
-----------	---

Melosira	1
----------	---

Synedra	1
---------	---

Total	4
-------	---

Vergleich: Mageninhalt-Ertrinkungsflüssigkeit

Mageninhalt	Ertrinkungsflüssigkeit
-------------	------------------------

1 Pinnularia	
--------------	--

2 Melosira	
------------	--

1 Melosira	
------------	--

1 Achnantes	
-------------	--

2 Achnantes	
-------------	--

1 Synedra	
-----------	--

1 Synedra	
-----------	--

Übereinstimmung der Arten: 3x

5.2. Kontrolluntersuchungen an plötzlich unnatürlich Verstorbenen.

5.2.1. Ergebnis: **Sektions-Nr. 1275**

Organ	Diatomeen- bruchstücke	unversehrte Diatomeen	Diatomeen- gattung	Anzahl Total
Lunge	1	2	1 Synedra 1 Navicula	3
Leber	0	0	–	0
Milz	0	0	–	0
Niere	1	0	1 Nitzschia*	1
Mageninhalt	0	1	1 Pinnularia	1
Knochenmark	0	0	–	0
Total	2	3		5

* Nicht eindeutig identifizierbar

5.2.2. Ergebnis: **Sektions-Nr. 1242**

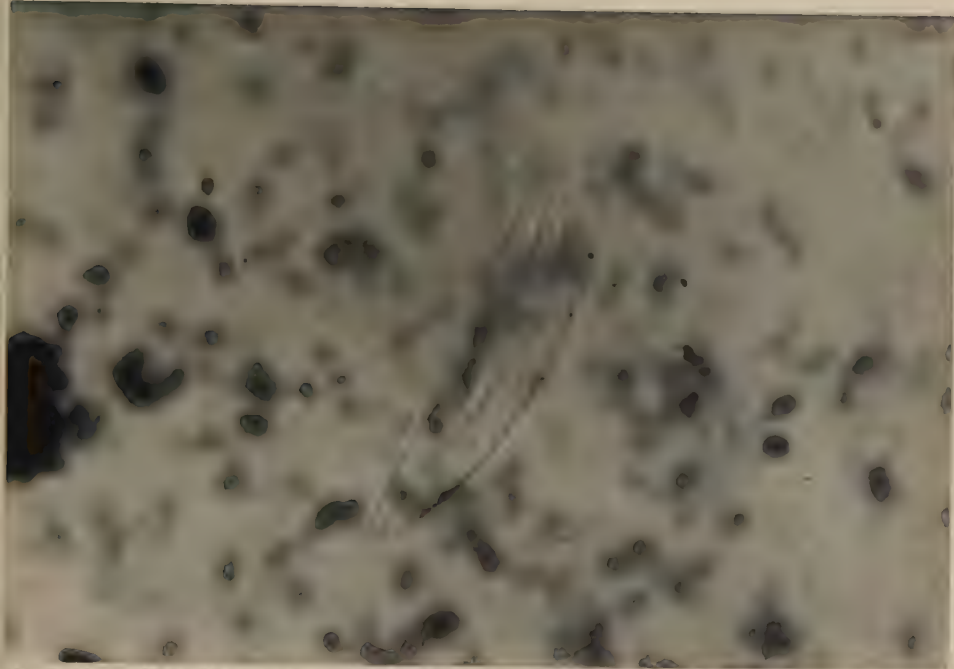
Organ	Diatomeen- bruchstücke	unversehrte Diatomeen	Diatomeen- gattung	Anzahl Total
Lunge	0	0	–	0
Leber	0	1	1 Achnantes	1
Milz	2	0	2 Synedra	2
Niere	0	0	–	0
Mageninhalt	3	5	3 Nitzschia 4 Navicula 1 Melosira	8
Knochenmark	1	1	2 Achnantes	2
Total	6	7		13



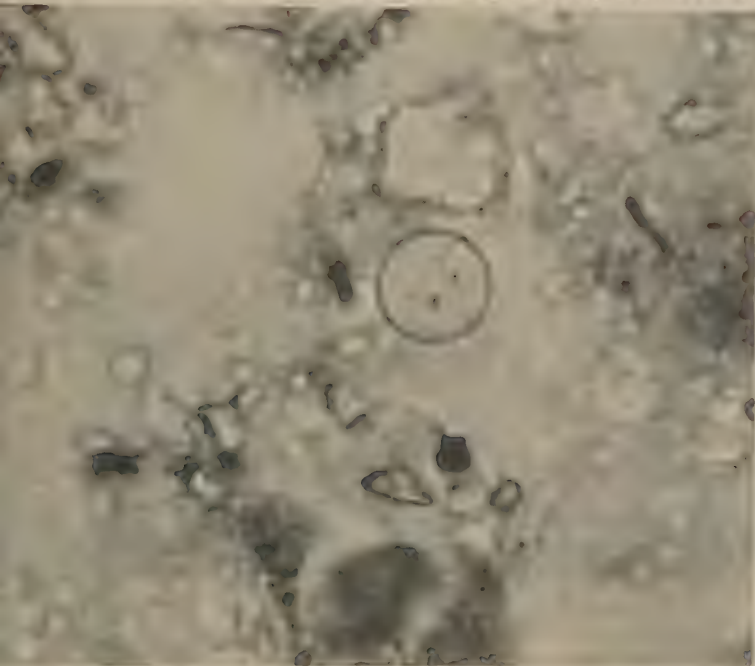
Cinnularia in Lungenaufschluß: Vergrößerung 1250fach original



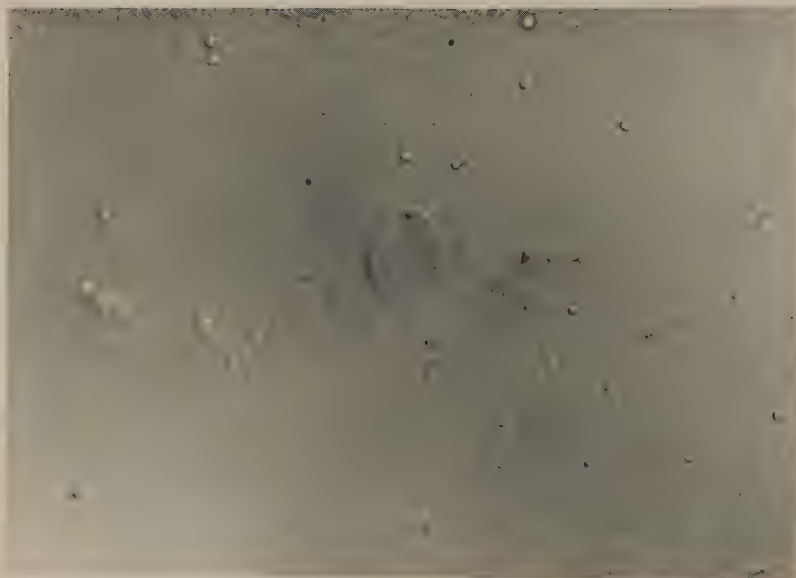
Pinnularia in Magenaufschluß: Vergrößerung 1250fach original



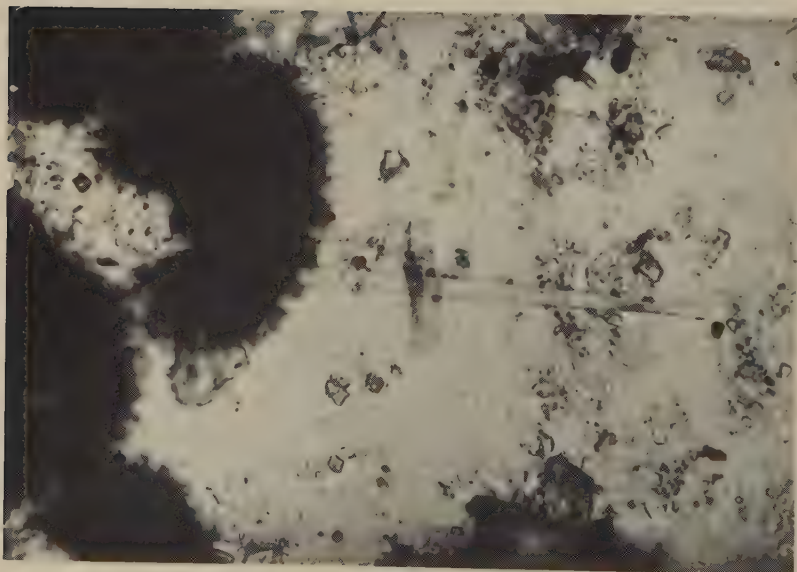
Navicula in Knochenmarksaufschluß: Vergrößerung 1250fach original



Cyclotella
in Nierenauf-
schluß:
Vergrößerung
1250fach
original

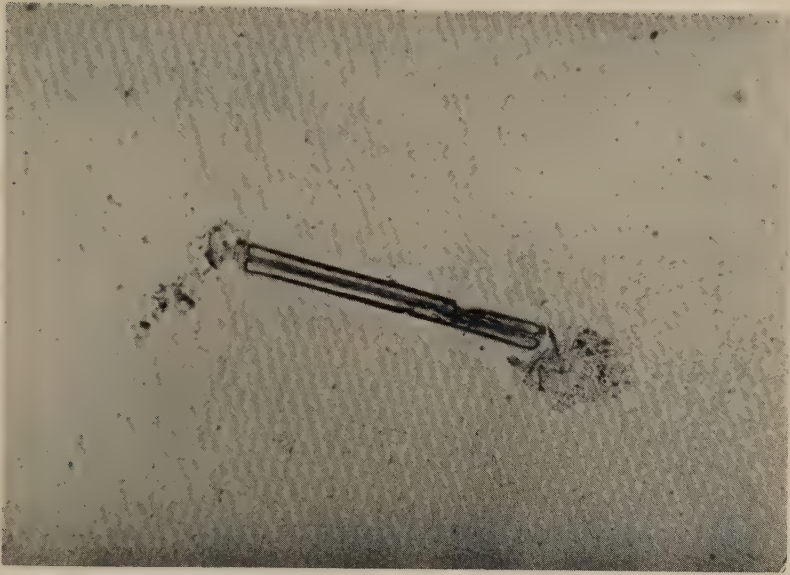


Stephanodiscus in Leberaufschluß:
Vergrößerung 1250fach original



Porenraster
des Membranfilters

Synedra in Milzaufschluß:
Vergrößerung 650fach original

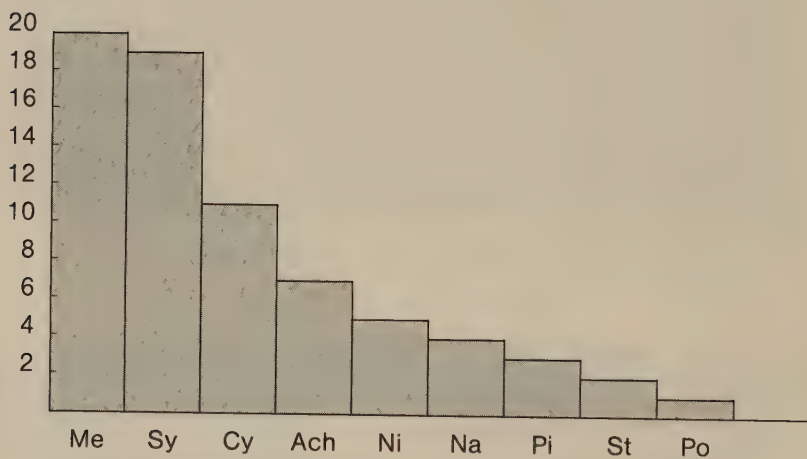


Diatomeenzusammenlagerung bei Kolonienbildung

5.3. Graphische Darstellung

5.3.1. Qualitative Analyse der am häufigsten gefundenen **Diatomeenarten** in den Organen von 11 Wasserleichen

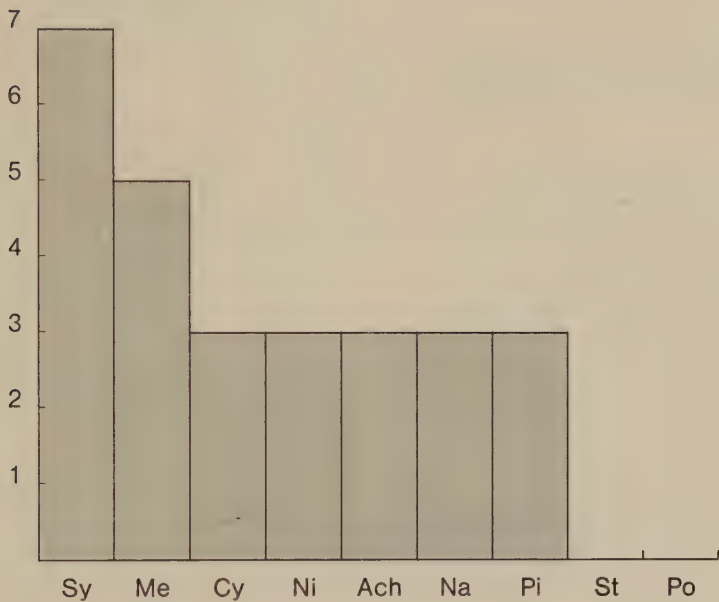
Anzahl der Diatomeen



1. Me = Melosira
2. Sy = Synedra
3. Cy = Cyclotella
4. Ach = Achnantes
5. Ni = Nitzschia
6. Na = Navicula
7. Pi = Pinnularia
8. St = Stephanodiscus
9. Po = Polycystis

5.3.1.1. **Häufigkeit der Diatomeenarten** im Mageninhalt von 11 Ertrunkenen

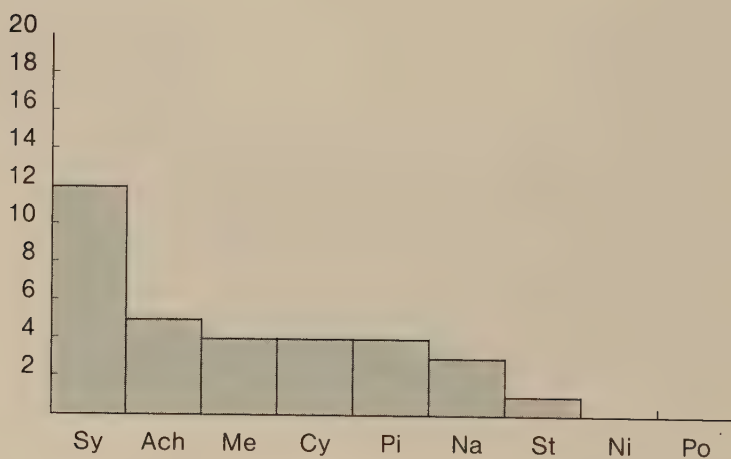
Zahl der Diatomeen



- Sy = Synedra (7)
- Me = Melosira (5)
- Cy = Cyclotella (3)
- Ni = Nitzschia (3)
- Ach = Achnantes (3)
- Pi = Pinnularia (3)
- St = Stephanodiscus (keine)
- Po = Polycystis (keine)

5.3.1.2. **Qualitative Analyse** der am häufigsten gefundenen **Diatomeenarten**
in 300 ml Ertrinkungswasser

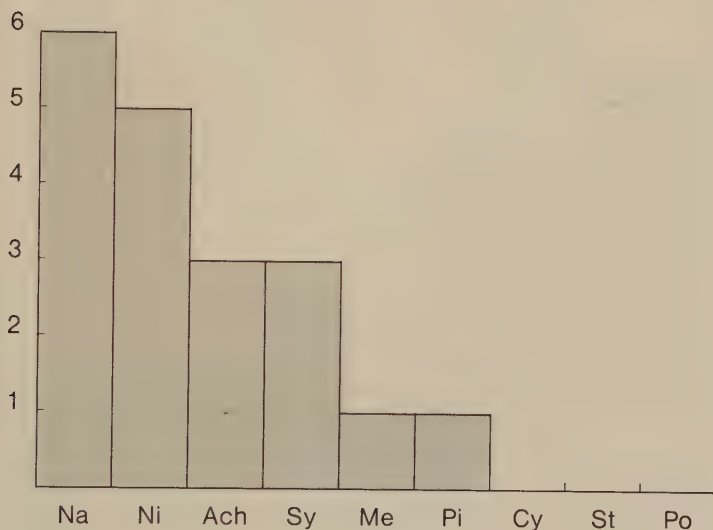
Anzahl der Diatomeen



1. Sy = Synedra
2. Ach = Achnantes
3. Me = Melosira
3. Cy = Cyclotella
3. Pi = Pinnularia
6. Na = Navicula
7. St = Stephanodiscus
8. Ni = Nitzschia
8. Po = Polycystis

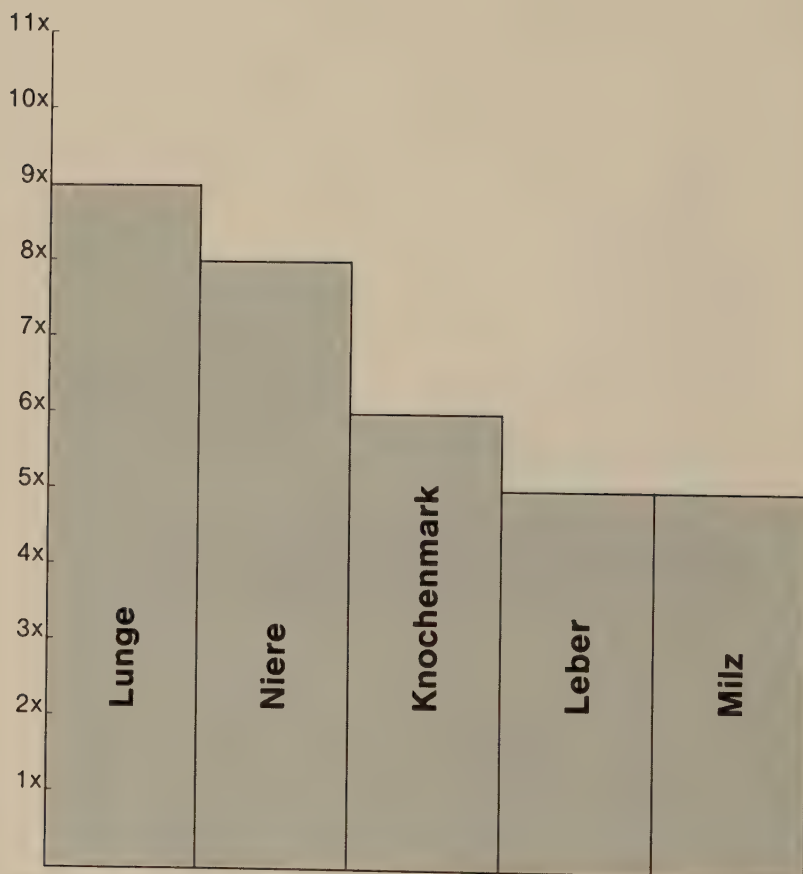
5.3.2. **Qualitative Zusammensetzung** der am häufigsten gefundenen **Diatomeenarten** in den Organen von zwei plötzlich unnatürlich Verstorbenen

Zahl der Diatomeen

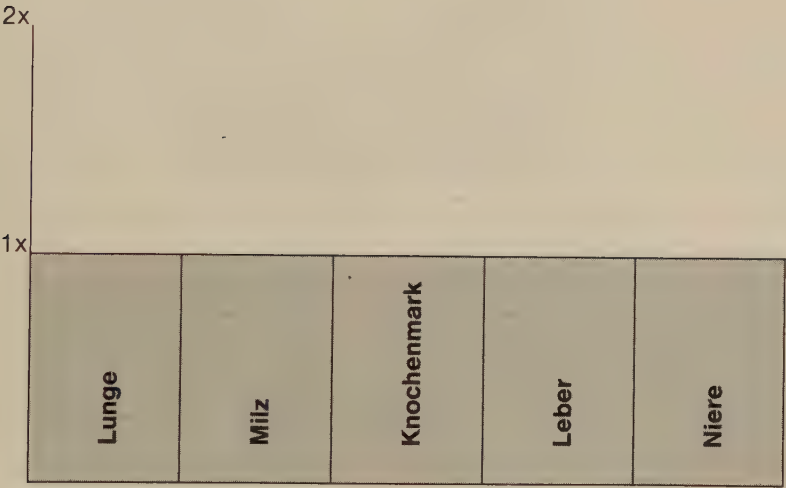


1. Na = Navicula
2. Ni = Nitzschia
3. Ach = Achnantes
3. Sy = Synedra
5. Me = Melosira
5. Pi = Pinnularia
7. – 9. Cyclotella, Stephanodiscus, Polycystis – keine

5.3.3. **Häufigkeit der Diatomeenfunde** in den einzelnen Organen 11 Ertrunkener

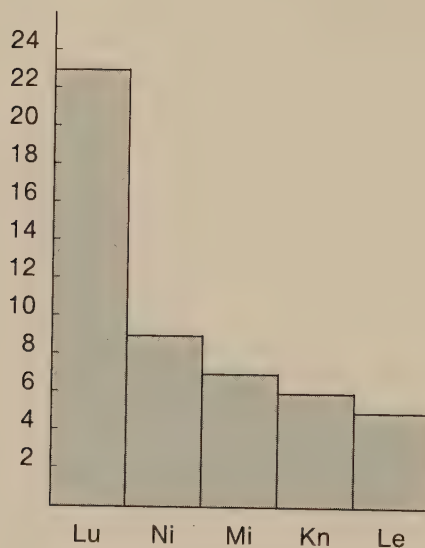


5.3.3.1. Häufigkeit der **Diatomeenfunde** in den Organen zweier plötzlich un-
natürlich Verstorbenen



5.3.4. **Anzahl** der insgesamt gefundenen **Diatomeen** in den einzelnen Organen von 11 Ertrunkenen

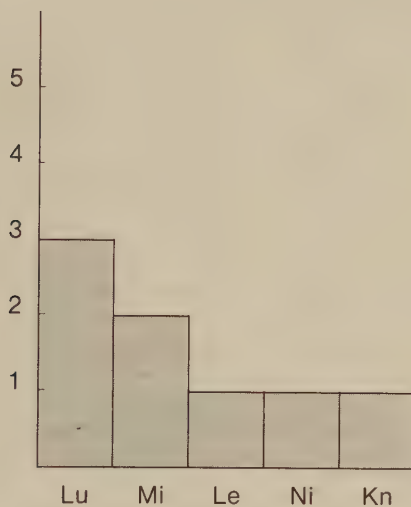
Zahl der Diatomeen



Lu = Lunge	23 Dia
Ni = Niere	9 Dia
Mi = Milz	7 Dia
Kn = Knochenmark	6 Dia
Le = Leber	5 Dia

5.3.5. **Zahl** der gefundenen **Diatomeen** in den Organen von zwei plötzlich unnatürlich Verstorbenen

Zahl der Diatomeen



Lu = Lunge 3 Dia

Mi = Milz 2 Dia

Le = Leber 1 Dia

Ni = Niere 1 Dia

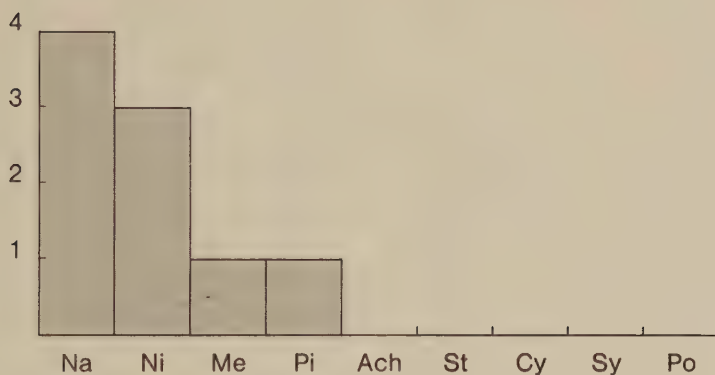
Kn = Knochenmark 1 Dia

5.3.6. **Übereinstimmung der Diatomeenarten zwischen Lunge und Mageninhalt von 11 Wasserleichen.**

Sektionsnummer	976	0x bei 4 gefundenen Arten
	979	1x bei 1 gefundenen Art
	1001	0x bei 4 gefundenen Arten
	1054	1x bei 3 gefundenen Arten
	1057	0x bei 1 gefundenen Art
	1062	0x bei 3 gefundenen Arten
	1120	1x bei 4 gefundenen Arten
	1131	0x bei 1 gefundenen Art
	1197	0x bei 2 gefundenen Arten
	1201	0x bei 3 gefundenen Arten
	1205	1x bei 5 gefundenen Arten

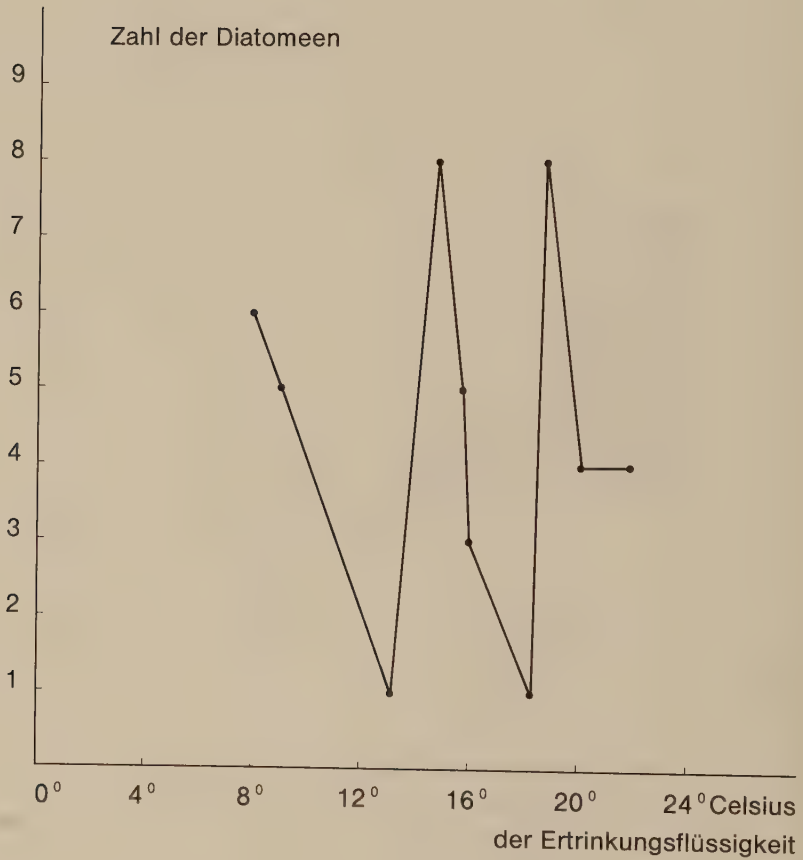
5.3.7. **Häufigkeit der Diatomeenarten** im Mageninhalt von zwei plötzlich unnatürlich Verstorbenen

Zahl der Diatomeen

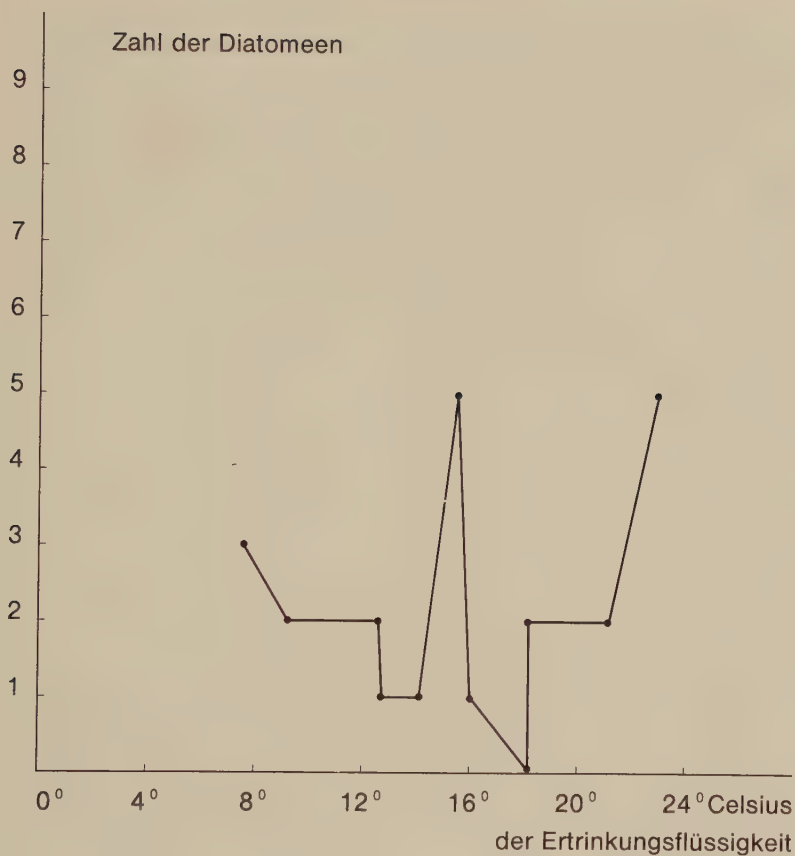


- Na = Navicula (4)
Ni = Nitzschia (3)
Me = Melosira (1)
Pi = Pinnularia (1)
Ach = Achnantes (keine)
St = Stephanodiscus (keine)
Cy = Cyclotella (keine)
Sy = Synedra (keine)
Po = Polycystis (keine)

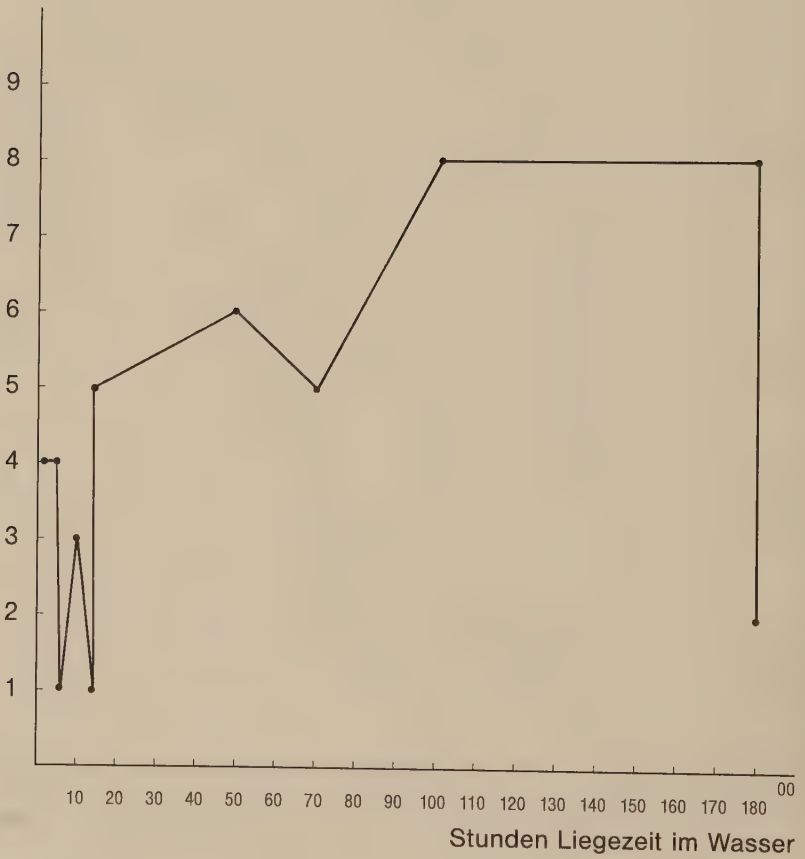
5.3.8. Zusammenhang zwischen der Temperatur des Ertrinkungswassers und der Quantität der Diatomeenfunde in den Organen 11 Ertrunkener (ohne Mageninhalt)



5.3.9. Zusammenhang zwischen der Temperatur des Ertrinkungswassers und der Quantität der Diatomeenfunde im Magen 11 Ertrunkener



5.3.10. Zusammenhang zwischen der Liegezeit der Wasserleichen und der Quantität der Diatomeenfunde in den Organen von 11 Wasserleichen

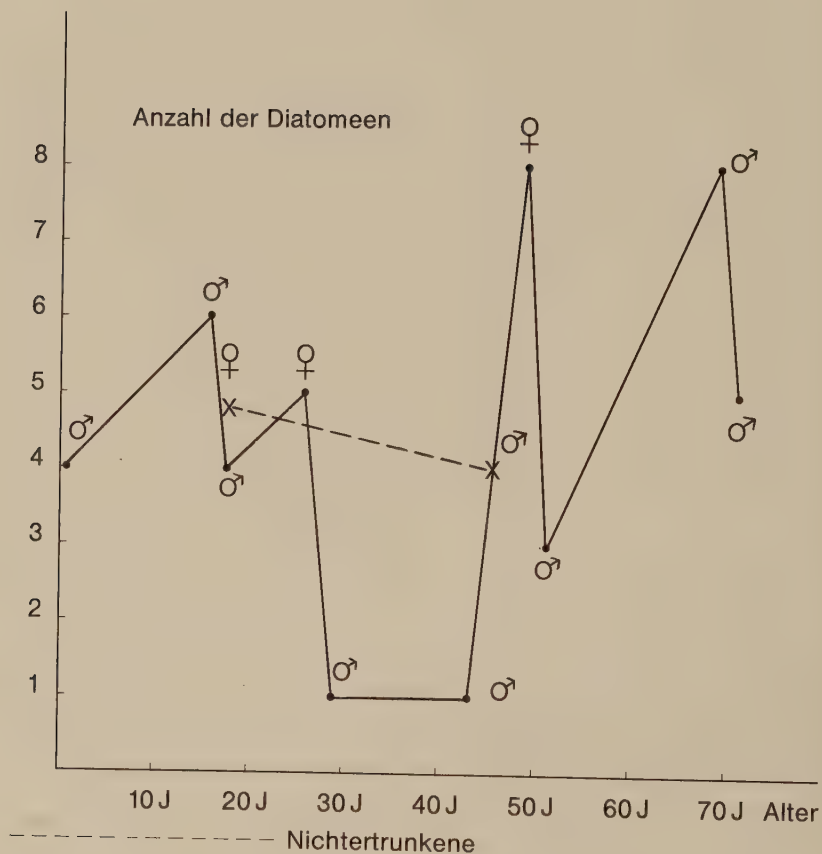


5.3.11. Übereinstimmung der gefundenen Diatomeengattungen zwischen Mageninhalt und Ertrinkungsflüssigkeit

Sektionsnummer	976	1x bei 4 gefundenen Arten
	979	0x bei 4 gefundenen Art
	1001	1x bei 4 gefundenen Arten
	1054	1x bei 3 gefundenen Arten
	1057	1x bei 2 gefundenen Arten
	1062	0x bei 2 gefundenen Arten
	1120	2x bei 3 gefundenen Arten
	1131	0x bei 1 gefundenen Art
	1197	1x bei 3 gefundenen Arten
	1201	2x bei 3 gefundenen Arten
	1205	3x bei 4 gefundenen Arten

Die Identität der Diatomeenarten zwischen Mageninhalt und Ertrinkungswasser liegt bei 12/34%, wenn man eine Quote von 34/34 zu Grunde legt.

5.3.12. Zusammenhang zwischen Alter und Geschlecht in bezug auf die Quantität der Diatomeenfunde in den Organen von 11 Ertrunkenen und 2 plötzlich unnatürlich Verstorbenen



6. Ergebnisse

Nach Untersuchung der Organe, des Ertrinkungswassers und des Mageninhalts sowie Vergleichen zu Temperatur und Liegezeit an 11 Wasserleichen und 2 Kontrolleichen ließen sich folgende Ergebnisse erzielen.

- 6.1. In allen Wasserleichen sind eindeutig identifizierbar Diatomeen nachzuweisen. Der Durchschnittswert aller Proben bei 1 g Untersuchungssubstanz beträgt 6,8 Diatomeen pro Leiche. Ohne Mageninhalt, nur auf die Organe Lunge, Leber, Milz, Niere und Knochenmark bezogen, ergibt sich ein Durchschnittswert von 4,6 Diatomeen pro Leiche.
- 6.2. Desgleichen wurden bei den Kontrolluntersuchungen an 2 plötzlich unnatürlich Verstorbenen ebenso Diatomeen gefunden. Der Durchschnittswert aller Proben liegt bei 9 Diatomeen pro Leiche, ohne Mageninhalt bei 5 Diatomeen.
- 6.3. Am häufigsten sind die Kieselalgen in den Lungen der 11 Wasserleichen, nachzuweisen gewesen. Im Vergleich erhält man eine absteigende Reihenfolge: Lunge 23, Niere 9, Milz 7, Knochenmark 6 und Leber 5. Dies ergibt einen Diatomeendurchschnitt pro Organ von 2,10 Diatomeen in der Lunge, 0,81 Diatomeen in der Niere, 0,64 Diatomeen in der Milz, 0,55 Diatomeen im Knochenmark und 0,45 Diatomeen in der Leber.
- 6.3.1. Bei den 2 Nichtwasserleichen wurden jeweils in allen Organen nur einmal Diatomeen gefunden. Quantitativ am häufigsten pro Organ sind auch hier die Funde in den Lungen mit einem Durchschnittswert von

1,5 Diatomeen, gefolgt von Milz und Knochenmark mit jeweils 1 Diatomeen und Niere und Leber mit jeweils 0,5 Diatomeen.

- 6.4. Die Reihenfolge der Organe mit den größten Diatomeenfunden in den Wasserleichen und Kontrollleichen ist nur einmal vergleichbar, nämlich erwartungsgemäß bei der Lunge. Der Stellenwert der anderen Organe läßt eine direkte quantitative Vergleichbarkeit nicht zu.

Die zwei am häufigsten gefundenen Arten, 1. *Melosira* und 2. *Synedra* in den Organen der Wasserleichen stimmten qualitativ nicht mit jenen in den Kontrollproben überein. Dort sind an 1. Stelle *Navicula* und an 2. Stelle *Nitzschia*-Arten am häufigsten anzutreffen gewesen.

- 6.5. Die Vergleichbarkeit des Mageninhalts zwischen Ertrunkenen und unnatürlich Verstorbenen ergibt ebenfalls keine verwertbaren Aufschlüsse. Lediglich die Tatsache, daß auch bei den Kontrollproben auf Diatomeen gestoßen wurde, sollte im Rahmen der Diatomeenbeweissführung nicht zu gering bewertet werden.

- 6.6. Die sehr wesentliche Frage nach der qualitativen und quantitativen Übereinstimmung der Diatomeenarten im Mageninhalt und in der Ertrinkungsflüssigkeit der Wasserleichen ist nicht erwartungsgemäß ausgefallen. Nur einmal gibt es eine artspezifische Übereinstimmung und zwar bei der *Synedra*. Dies ist aber eindeutig zu wenig bei der Vielfalt der aufgefundenen Arten in beiden Medien und somit als eine nur zufällige Kongruenz wertbar.

Die numerisch untersuchte Übereinstimmung der Arten zwischen Mageninhalt und Ertrinkungsflüssigkeit ergab eine Identität von 12/34 (30,88%). Bei einer erreichbaren Übereinstimmung von 34/34 entspricht dieses Ergebnis knapp einem Drittel der Möglichkeiten.

- 6.7. Vergleicht man die Diatomeenarten des Mageninhalts der Wasserleichen mit jenen aus der Lunge, läßt sich eine Übereinstimmung von 4/31 (1,24%) erzielen.
- 6.8. Wenn man in Erwägung zieht, daß über den Magen-Darm-Kanal eine Diatomeeninfiltration in die Organe des großen Kreislaufs möglich ist, müßte ein qualitativer Vergleich der Arten eine hohe Übereinstimmung ergeben. Die Analyse zwischen den Organen und dem Mageninhalt ergab nur eine Übereinstimmung von 3,36% bei den Wasserleichen und 0% bei den plötzlich unnatürlich Verstorbenen.
- 6.9. Da das Wachstumsoptimum der Kieselalgen bei einer Wassertemperatur von 20 – 25 °C liegt, müßte deren Anzahl bei einem Ausgangspunkt von 5 °C mit steigender Temperatur anwachsen; d. h. daß in Organen von Wasserleichen, die beim Temperaturoptimum gefunden werden, auch die größte Ansammlung anzutreffen sein müßte. Es wurde aber bereits bei 8,9 und 15 °C eine über dem Durchschnitt liegende Anzahl gefunden.
- Die Ergebnisse des Mageninhalts lassen diesbezüglich ebenfalls keine Zusammenhänge erkennen, da hier die am meisten aufgefundenen Diatomeen bei 8, 15 und 22 °C gesehen wurden. Eine konstante Steigerung im Sinne einer Geraden, läßt sich nicht erkennen.
- 6.10. Von größtem Interesse für den Diatomeenbeweis ist der Zusammenhang zwischen der Liegezeit der Wasserleichen in der Ertrinkungsflüssigkeit und die Häufigkeit der gefundenen Diatomeen in den Organen. Hier läßt sich abgesehen von den Schwankungen bei kurzen Liegezeiten von 1 – 10 Stunden, mit zunehmender Liegedauer bis ca. 180 Stunden auch eine Quantitätszunahme der gefundenen Kieselalgen in den

Organen feststellen. Ab 8 Tagen Liegezeit jedoch sind keine Rückschlüsse mehr möglich, da die Ergebnisse zu stark vergieren.

- 6.11. Bei Untersuchungen über Zusammenhänge zwischen Alter und Geschlecht einerseits und Quantität der gefundenen Kieselalgen andererseits, fand sich die meisten Diatomeen im Alter zwischen 50 und 70 Jahren, die wenigsten zwischen 28 und 44 Jahren.

Nach den Untersuchungsergebnissen finden sich in allen Organen, auch im Knochenmark Ertrunkener Diatomeenzahlen, die sich in derselben Relation bewegen, wie die bei Nichtertrunkenen. Damit sind sowohl die Zahlen der Befürworter (*Mueller 1952, Ince 1955, Tamaska 1961, Jääskelainen 1967 und Udermann 1971*), als auch diejenigen der Gegner (*Schellmann 1979, Reh 1968, Burger 1968, Spitz 1964*) bestätigt. Daß Diatomeen in Organen Ertrunkener nachweisbar sind, ist seit den Untersuchungen von MUELLER (1949) weitestgehend bekannt. Die Frage des Beweiswertes des Ertrinkungstodes aber ist zusehends in Bewegung geraten. Zu unterschiedlich ist der Zahlenwert der gefundenen Diatomeen aufgrund der Breite der Untersuchungsmethoden. Grenzfälle mit 100 und noch mehr Diatomeen in Organaufschlüssen von 25 g genauso wie Nullraten sind keine Seltenheit (*Burger 1968*). Wenn auch die in den Leichen Ertrunkener angetroffenen Merkmale nicht völlig sicher und untrüglich sind, sollte die Feststellung des Todes am Ertrinken durch Diatomeen keine großen Schwierigkeiten bereiten, solange der Fäulnisprozeß nicht zu weit fortgeschritten ist. Die positiven Funde erhärten die Annahme, nach der die fremden Elemente beim Ertrinken in den Arterienblutkreislauf gelangen können (*Möttonen 1971*). Die Tatsache, daß Ertrinkungsflüssigkeit beim Ertrinken aspiriert wird (*Möttonen 1971*) und Elemente durch Druck die Alveolarwände passieren können, (*Tamaska 1955, Staak 1968*) ist ebenso zu berücksichtigen, wie die Tatsache, daß bei Ertränkungsversuchen kaum Diatomeen in den Organen zu finden waren und unter den wenigen, die man diagnostizierte, fast nur solche, die in der Ertrinkungsflüssigkeit nicht vertreten waren! Diatomeenfunde in den Organen totgeborener Kinder (*Rommeney 1965*), sowie bei Nichtertrunkenen (*Burger 1968*,

Schellmann 1979) in zahlreichen Fällen stützen die Theorie, daß es ebenso möglich ist im Leben corpusculäre Elemente, darunter auch Diatomeen auf dem Luftweg durch die Lunge in den Kreislauf zu bekommen (Burger 1968) wie gastrointestinal (Schneider 1967, Schellmann 1979). Wie sind nun die Ergebnisse unter Berücksichtigung vorausgegangener Untersuchungen zu bewerten?

Die Aufschlußmethode (bei 1 g Substanz im Schnitt 1 – 2 Diatomeen) ist sicherlich nicht in dem Sinne dienlich, eine größere Vergleichsbasis mit anderen Autoren zu erreichen, läßt sich aber ohne weiteres in Einklang mit den Ergebnissen von SPITZ und BURGER bringen, die bei 20 g Organsubstanz im Schnitt 12 Diatomeen gefunden haben. Die positiven Diatomeenfunde in den Organen der 11 Wasserleichen sind nicht eindeutig genug, um daraus einen schlüssigen Beweis für den Ertrinkungstod zu bekommen. Die zahlenmäßige Größenordnung ist bei den Ertrunkenen mit langer und kurzer Liegezeit nicht genügend differenziert. Ein ermittelter Grenzwert, der dann deutlich überschritten oder unterschritten werden müßte, konnte somit nicht festgelegt werden. Daß am häufigsten Diatomeen in der Lunge gefunden wurden, ist nicht weiter verwunderlich, wenn man die Möglichkeit in Betracht zieht, daß diese ja bereits auch zu Lebzeiten dort hineingekommen sein können. Daß die Lunge als Filter dienen kann, ist ebenfalls nicht abstreitbar, da sonst keine größere quantitative Differenz zu den anderen Organen zu erzielen wäre. Der Theorie SCHELLMANNNS (1979) ist ebenfalls Beachtung zu schenken, daß gerade die wenigen Kieselalgen, die gefunden wurden auch auf gastrointestinalem Weg die Organe erreichen können. Bei diesen Ergebnissen spricht gerade die Tatsache dafür, daß bei den Ertrunkenen mit geringer Liegezeit im Wasser keine Diatomeen im Knochenmark auffindbar waren. Es ist fraglich, ob sie die nötige Wassertiefe erreicht haben, um den Druck von 0,5 atü zu erreichen, der ein

Platzen der Alveolarwände bewirkt (*Mueller 1952*). Damit könnte, wenn ein Übertreten der Diatomeen in den Blutkreislauf möglich ist, das Knochenmark erreicht und infiltriert werden. Kann man aber gerade im Knochenmark, das von Kontamination am besten geschützt ist (*Tamaska 1955*) deshalb davon ausgehen, daß jene Leute nicht ertrunken sind, weil man keine Diatomeen gefunden hat? Desgleichen muß man sich fragen, wie sie aber in das Knochenmark der anderen Wasserleichen hineingekommen sind?

Die Möglichkeit durch lange Liegezeit oder genügende Wassertiefe wird ausgeschlossen, weil eine Übereinstimmung von 3,63% der gefundenen Arten zwischen der Ertrinkungsflüssigkeit und den untersuchten Organen verschwindend gering ist. Es scheint sich also auch bei diesen Fällen zu bestätigen, daß sie nur über den Magen-Darm-Kanal zu Lebzeiten in das Organ gelangt sein können.

Tierexperimente lassen überdies erhebliche Bedenken aufkommen, ob bei der Aspiration von Ertrinkungsflüssigkeit Diatomeen in den Kreislauf gelangen können (*Reh 1968*). Das Auffinden von Kieselalgen in den Kontrolleichen, sowie die Ergebnisse SCHELLMANN'S (1979) erhärten diese Tatsache. Gerade das Problem Ertrinkungsflüssigkeit ist es jedoch, das letztendlich alle Untersuchungen in Zweifel zu stellen vermag. Um dem Beweiswert der Diatomeen doch zu einer gesicherten Aussagekraft zu verhelfen ging RANNER davon aus, daß Ertrinkungsflüssigkeit im Rahmen des Ertrinkens in den Magen gelangen kann. Diese Vermutung läßt sich zumindest zum Teil durch eigene Untersuchungen bestätigen, bei denen eine Übereinstimmung von 30,83% der Arten zwischen Mageninhalt und der Ertrinkungsflüssigkeit erzielt werden konnten. Dieser Zahl ist wesentlich der Schwierigkeiten über eine korrekte Asservierung der Ertrinkungsflüssigkeit, durch mögliche biologische Veränderungen, sowie durch Umwelteinflüsse und techni-

scher als auch zeitlicher Probleme kein zu großer Stellenwert einzuräumen. Da Ertrinkungsflüssigkeit geschluckt werden kann, wäre eine Übereinstimmung der Arten mit dem Mageninhalt zu erwarten! Eine Folgerung daraus wäre, daß die gefundenen Diatomeen in der Lunge nun ja identisch sein müßten mit denen im Mageninhalt, weil ein postmortales Eindringen von Flüssigkeit in die Speiseröhre fraglich ist und die im Magen vorkommende Ertrinkungsflüssigkeit noch während des Lebens dorthin gelangt sein müßte (*Reh 1966*). Dies wurde anhand von Tierversuchen auch bestätigt (*Ranner 1981*). Vorliegende Untersuchungen sind daher besonders auf die Verifizierung dieses Postulates hin ausgerichtet worden und haben folgendes Ergebnis gebracht:

Eine Übereinstimmung der Diatomeenarten zwischen Mageninhalt und allen untersuchten Organen besteht nur zu 3,36%, zwischen Mageninhalt und Lunge lediglich zu 1,24%. Ein gesicherter Beweiswert ist somit auf keinen Fall gewährleistet, auch wenn eine Übereinstimmung von 30,83% der Arten zwischen Mageninhalt und Ertrinkungsflüssigkeit besteht. Allein die Tatsache, daß zu Lebzeiten genügend Möglichkeiten bestehen, über die Luft Diatomeen einzuatmen (*Spitz 1965*) sollte Hinweis genug sein, der Interpretation des Beweiswertes für einen Ertrinkungstod kritisch gegenüberzustehen. Auch bei den 2 Kontrolleichen ließen sich im Mageninhalt sowie in anderen Organen Diatomeen nachweisen, deren Herkunft nicht näher spezifizierbar ist. Die Möglichkeiten in die Organe zu gelangen, sind breit gestreut, wenn man bedenkt, daß bereits in destiliertem Wasser und in konzentrierten Säuren Kieselalgen nachgewiesen worden sind.

Da in allen 11 untersuchten Wasserleichen Diatomeen gefunden wurden, ist zumindest auch die Möglichkeit, daß die Diatomeen über eine Aspiration von Ertrinkungsflüssigkeit in den Kreislauf gelangt sind, nicht außer acht zu lassen. Dann müßte zumindest eine annähernd

äquivalente Anzahl an Kieselalgen bei den Ertrunkenen aus ein und demselben Gewässer festzustellen gewesen sein. Dies traf aber nicht zu, denn die pro Leiche gefundenen Diatomeen differierten von 2 Stück bis 6 Stück. Vorliegende Untersuchungen ergaben zwar einen relativ konstanten Anstieg der Diatomeenanzahl bei Liegezeiten von 15 bis 180 Stunden. Das Ergebnis ist jedoch nicht verwunderlich, weil in diesem Zeitraum eine Penetration möglich ist, aufgrund des Wasserdrucks, bei genügender Tiefe, oder durch Fäulnisprozesse bei langer Liegezeit. Bei Liegezeiten von 1 – 15 Std. und ab 180 Std. sind Schwankungen der Diatomeenzahl aufgetreten.

Auffallend bei einem Vergleich zwischen den Wasserleichen und den Kontrolleichen war, daß nahezu in allen Organen der Kontrolleichen Diatomeen aufgefunden wurden. Allein die Tatsache, daß in Nichtwasserleichen Diatomeen in reichlichem Maße zu finden sind (*Schellmann 1979*) sollte von den Befürwortern des Diatomeennachweises nicht außer acht gelassen werden. Forensisch dürfte es deshalb nicht möglich sein, sich einmal auf einen „absoluten“ und einmal auf einen „relativen Beweiswert“ zu stützen.

Sollte man nun einen Grenzwert erstellen, durch den eine definitive Aussage über den Ertrinkungstod möglich ist? Läge demzufolge eine Zahl über dem Limit, so wäre die Person eines Ertrinkungstodes gestorben und liegt sie darunter, dann wohl den klassischen Badetod. Was passiert aber, wenn jemand eine Nichtwasserleiche asserviert und eine Diatomeenanzahl weit über dem Grenzwert findet? Aufgrund der Publikationen bei denen mit einer einheitlichen Labormethode gearbeitet wurde ließe sich ein Grenzwert festlegen. Dieser müßte aber so hoch sein, daß man ihn nicht einmal mehr mit dem Großteil der untersuchten Wasserleichen erreichen könnte, weil nämlich das Niveau der Diatomeenzahlen bei den plötzlich unnatürlich Verstorbe-

nen genauso hoch ist. Die Suche nach einem Grenzwert bedeutet nach vorliegenden Untersuchungen eine Zuflucht vor den Zahlenwerten der Beweisgegner, denen man seit 1963 einfach nicht genügend Aufmerksamkeit schenkt. (*Mueller 1963, Spitz 1963, Schneider 1967, Reh 1968, Timperman 1968, Burger 1968, Schellmann 1979*).

Bleibt die Frage der biologischen Vielfalt und physiologischen Eigenschaften der Diatomeen zu klären, die eng im Zusammenhang mit einem möglichen Grenzwert stünden. Die Ernährung und das Verhalten der Diatomeen unterliegen bei Vermehrung und Wanderung stark der Änderung der Konzentration des sie umgebenden Mediums (*Hustedt 1930, Dietrich 1977*). Wie kann nun ein vernünftiger Grenzwert erstellt werden, auch bei gleichen Untersuchungsmethoden, wenn sich die Konzentration des Diatomeengehaltes täglich ändern kann? Es darf auch nicht außer acht gelassen werden, daß in verschiedenen Wasserschichten vollkommen unterschiedliche Arten in Quantität und Qualität anzutreffen sind (*Jarosch 1961*). Gerade hier liegt das Problem, weil man selten Wasserleichen unter Wasser in bestimmter Tiefe findet, sondern meist nur oberflächlich und abgedriftet, so daß ein limnologischer Vergleich zwischen den Kieselalgenarten im Wasser und in der Leiche nicht mehr exakt vollzogen werden kann. Läge z. B. eine Wasserleiche 3 Tage in einer polysaprobien Zone eines Abwasserzuflusses (*Jarosch 1961*) und würde dann gefunden, so wäre ein Diatomeenvergleich unmöglich, weil in jener Zone keine Diatomeen existieren können, wohl aber vielleicht 100 m weiter, wo man sie gefunden hat. Immer wieder wurde auch auf die jahreszeitlichen Temperaturschwankungen hingewiesen, die Art und Zahl in den Gewässern sehr stark verändern (*Scheibe 1961, Hustedt 1930*). Der Einfluß von Licht auf die Kieselalgen ist neben all den genannten ein ebenso wichtiger. HUSTEDT (1930) hat schon bewiesen, daß je nach Lichtintensität die Quantität der Dia-

tomeen oberflächlich und in der Tiefe sehr stark schwankt und Abwanderungsvorgänge stattfinden. So sind bei starker Sonnenbestrahlung auf der Wasseroberfläche kaum Diatomeen auffindbar, weil sie absterben würden.

Wie also lassen sich daraus gesicherte quantitative und qualitative Grenzwerte festlegen, wenn man nicht exakt zur Stelle ist, wenn jemand ertrinkt? Spätere Vergleiche der Diatomeen in der Ertrinkungsflüssigkeit mit denen in den Organen sind deshalb unzulässig, weil sie nur ein verzerrtes Bild der tatsächlichen Verhältnisse widerspiegeln können.

Unter Berücksichtigung von labormethodischen Kautelen, wie Kontamination bei der Sektion und Diatomeenvorkommen in Luft und Wasser, forensischer Parameter wie Diatomeenfunde in Nichtwasserleichen und biologisch-physiologischer Problemkreise der Kieselalgen wie Temperatur-, Licht- und Umwelteinflüsse, ist aufgrund dieser Untersuchungen der Diatomeenbeweiswert für den Ertrinkungstod zweifelhaft und bedarf weiterer Diskussion.

11 Fälle von Ertrinkungstod und 2 plötzlich unnatürlich Verstorbene zur Kontrolle wurden durch eine semiquantitative Labormethode untersucht. Das Material umfaßte Lunge, Leber, Niere, Milz, Knochenmark, und Mageninhalt, sowie Ertrinkungsflüssigkeit. Die genau 1 g schweren Proben wurden in einem teflonbeschichteten Stahlzylinder bei ca. 110 °C mit hochgereinigter 65%iger Salpetersäure aufgeschlossen. Anschließend wurde die gelbliche Flüssigkeit unter größter Vorsicht mit Membranfiltern der Porengröße 3 und 4,5 µm filtriert. Ein Entfärben der Filter war durch 30%iges Perhydrol möglich. Nach der Trocknung wurden die Präparate mit Oleum santali ostind. transparent gemacht. Die Durchmusterung unter dem Lichtmikroskop erfolgte mit 250facher Vergrößerung, die Identifizierung der Diatomeen bei 650- und 1250facher Vergrößerung.

In allen 11 Fällen waren Diatomeen nachweisbar. Die höchste gefundene Diatomeenanzahl pro Wasserleiche war 13, die niedrigste 2. Der Durchschnitt ohne Mageninhalt belief sich auf 4,6 Diatomeen pro Leiche. Das Organ mit der höchsten Gesamtdiatomeenanzahl war die Lunge, die niedrigsten Funde ergaben sich in der Leber.

Die Diatomeenfunde in den Kontrollproben der zwei plötzlich unnatürlich Verstorbenen war ebenfalls positiv. Dabei konnten einmal 13 Stück und einmal 5 Stück pro Leiche identifiziert werden.

Zusammenhänge zwischen der Temperatur der Ertrinkungsflüssigkeit und der Quantität der Diatomeenfunde in den Organproben der Ertrunkenen sind nicht eindeutig erkennbar, desgleichen nicht zwischen dem Alter der Ertrunkenen und der Anzahl der gefundenen Kieselalgen. Bemerkenswert erscheint jedoch, daß die Wasserleichen, die in einer Ertrinkungsflüssigkeit nahe dem temperaturbedingten Wachstums-

optimum der Kieselalgen bei ca. 20 – 25 °C gefunden wurden, nicht die erwartungsgemäß höchsten Diatomeenfunde aufwiesen.

Zusammenhänge zwischen der Liegezeit im Wasser und der Quantität der Diatomeenfunde in den Organen sind erkennbar. Bei 1 – 15 Std. Liegezeit sind die Ergebnisse zu breit gestreut um konkrete Aussagen zu ermöglichen. Ab 20 – 180 Std. läßt sich ein nahezu konstanter Anstieg der gefundenen Kieselalgen feststellen. Darüber liegende Zeiten sind aufgrund beginnender Fäulnisprozesse nicht mehr deutbar. Die Theorie von RANNER, daß während des Ertrinkens Wasser geschluckt würde und somit die im Mageninhalt gefundenen Diatomeen mit denen der Ertrinkungsflüssigkeit übereinstimmen, sowie die daraus resultierende Vermutung einer Übereinstimmung der Arten von Mageninhalt und Lunge als neuen Beweiswert war zu überprüfen.

Die Untersuchungen über die Qualität der gefundenen Kieselalgen in Mageninhalt und Ertrinkungsflüssigkeit ergaben eine Übereinstimmung der Arten von 30,83%; zwischen dem Mageninhalt und der Gesamtheit aller untersuchter Organe von 3,36% und zwischen dem Mageninhalt und der Lunge von 1,24%. Eine höhere Kongruenz die als Beweiswert des Ertrinkungstodes zu werten gewesen wäre konnte nicht erzielt werden.

Die Tatsache, daß sich in den Kontrollproben ebenso viele Diatomeen finden ließen wie in den Wasserleichen ist ein Hinweis dafür, daß auf gastrointestinalem Weg ebenso eine Penetration der Diatomeen erfolgt sein kann.

Die Frage ob ein „Diatomeengrenzwert“ zu erstellen ist, bedarf angesichts vorliegender Ergebnisse einer weiteren Diskussion. Da bekannt ist, daß Diatomeen nicht nur jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen, sondern ebenso stark auf die Lichtintensität wie auf Verunreinigungen reagieren, müßte unmittelbar nach dem Ertrinken eine Asser-

vierung stattfinden um exakte Vergleiche anstellen zu können. Der Existenz von Diatomeen in der Luft, sowie der biologisch-physiologischen Parametern denen die Diatomeen unterliegen, sollte mehr Beachtung geschenkt werden, da eine Verfälschung der Ergebnisse möglich ist. Unter Berücksichtigung von labormethodischen Kautelen wie Kontamination bei der Sektion und Diatomeenvorkommen in Luft und Wasser, forensischer Parameter wie Diatomeenfunde in Nichtwasserleichen und biologisch-physiologischer Problemkreise der Kieselalgen wie Temperatur-, Licht- und Umwelteinflüsse ist aufgrund dieser Untersuchungen der Diatomeenbeweiswert für den Ertrinkungstod zweifelhaft und bedarf weiterer Diskussion.

Literaturaufstellung

1. ALTEN, A.: Hydrobiologische Studien über die Wirkung von Abwässern auf die Lebewelt unserer Gewässer. Jahresbericht des Vereins für Naturwissenschaften Braunschweig. 17. (1913)
2. BOCK, W.: Diatomeen aus zwei Waldsümpfen i. d. Nähe von Würzburg. Nat. Diss. Aschaffenburg 1961
3. BURGER, E.: Zur Frage des Beweiswertes für das Auffinden von Diatomeen im großen Kreislauf. Dtsch. Z. Ges. Gerichtl. Med. 64. 21 – 28 (1968)
4. DIETRICH, W.: The Biology of Diatoms. Blackwell, Oxford 1977
5. EINBRODT, H.-J.: Der Phasenkontrastmikroskopische Nachweis von Diatomeen in Lungen. Dtsch. Z. Ges. Gerichtl. Med. 46. 235 – 241 (1957)
6. GREVILLE, R.: Descriptions of new and rare diatoms. Royal Society. 1968
7. HELMCKE, J.: Diatomeenschalen im Elektronenmikroskop. Nat. Diss. Weinheim 1961
8. HUSTEDT, F.: Die Kieselalgen. Abderhalden (Hrsg.) Leipzig 1930
9. HUSTEDT, F.: Sammeln und Präparieren der Kieselalgen. In Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Abderhalden XI/4,1, S. 20 Berlin, Wien: Urban u. Schwarzenberg 1939

10. INCZE, G.: Zur Blutplanktonfrage beim Tod durch Ertrinken.
Dtsch. Z. Ges. Gerichtl. Med. 43. 517 – 523 (1955)
11. JÄÄSKELAINEN, A. J.: Diatomeenbefunde in Wasserleichen.
Dtsch. Z. Ges. Gerichtl. Med. 61. 41 – 47 (1967)
12. JÄÄSKELAINEN, A. J.: Einfluß des Blutalkohols auf die Diatomeenbefunde in Wasserleichen.
Dtsch. Z. Ges. Gerichtl. Med. 64. 29 – 32 (1968)
13. JANITZKI, U.: Zur Frage der Sicherheit des Diatomeennachweises beim Ertrinkungstod.
Arch. Kriminol. 134. 24 – 25 (1964)
14. JAROSCH, K.: Der Einfluß industrieller Abwässer auf den Planktonnachweis.
Dtsch. Z. Ges. Gerichtl. Med. 51. 409 – 418 (1961)
15. KOSEKI, T.: Fundamental examinations of experimental materials and control animals on the diagnosis of death from drawing by the diatom method.
Acta Med. Biol. 15. 207 – 219 Nigato 1969
16. KOSEKI, T.: Investigations on the bone marrow as a material in the diatom-method diagnosing of death from drawing.
Acta Med. Biol. 16. 85 – 90 Nigato 1969
17. LANDINGHAM, S.: Catalogue of the fossil and recent genera and species of diatoms and their synonyms.
Springer New York 1967

18. MUELLER, B.: Lehrbuch der gerichtlichen Medizin.
Berlin – Göttingen – Heidelberg. Springer 1953
19. MUELLER, B. u. D. GORGS.: Studien über das Eindringen von corpusculären Wasserbestandteilen aus den Lungenalveolen in den Kreislauf während des Ertrinkungsvorgangs.
Dtsch. Z. Ges. Gerichtl. Med. 39. 715 – 725 (1949)
20. MUELLER, B.: Zur Frage der Diagnostik des Ertrinkungstodes.
Dtsch. Z. Ges. Gerichtl. Med. 41. 400 – 404 (1952)
21. MUELLER, B.: Zur Frage des Vorkommens von Diatomeen in Organen von Leichen, die nicht im Wasser gelegen haben.
Dtsch. Z. Ges. Gerichtl. Med. 54. 267 – 272 (1963)
22. MÖTTÖNEN, M. u. O. RAVANKO.: Nachweis des Todes durch Ertrinken mittels im Blut gefundener fremder Pflanzelemente.
Dtsch. Z. Ges. Gerichtl. Med. 68. 261 – 266 (1971)
23. NAEVE, W.: Zur praktischen gerichtsmedizinischen Anwendung des Diatomeennachweises im großen Kreislauf.
Dtsch. Z. Ges. Gerichtl. Med. 45. 364 – 369 (1956)
24. PFITZER, E.: Die Bacillariaceen. Bot. Abhand. Biol. Zentralblatt 11.
(1901)
25. PONSOLD, A.: Lehrbuch der gerichtlichen Medizin. Stuttgart. 1957

26. RANNER, G.: Vortrag anlässlich des Treffens der Süddeutschen Rechtsmediziner in München, Mai 1981.
Thema des Vortrages: Zum Beweiswert von Diatomeen im Knochenmark beim Ertrinkungstod.
27. RANNER, G.: Persönliche Korrespondenz. Juni 1981
28. REH, H.: Tierexperimentelle Untersuchungen über das Pleuratrassudat bei Wasserleichen.
Dtsch. Z. Ges. Gerichtl. Med. 51. 403 – 409 (1961)
29. REH, H.: Zur Spezifität der sogenannten Ertrinkungslunge.
Dtsch. Z. Ges. Gerichtl. Med. 54. 45 – 48 (1963/64)
30. REH, H.: Anhaltspunkte für die Bestimmung der Wasserzeit.
Dtsch. Z. Ges. Gerichtl. Med. 59. 235 – 244 (1967)
31. REH, H.: Neue Untersuchungsmethode beim Ertrinkungstod.
Dtsch. Z. Ges. Gerichtl. Med. 63. 134 – 141 (1968)
32. REH, H.: Zur Diatomeenfrage.
Dtsch. Z. Ges. Gerichtl. Med. 63. 131 – 133 (1968)
33. REVENSTORF: Der Nachweis der aspirierten Ertrinkungsflüssigkeit als Kriterium des Todes durch Ertrinken.
Vjschr. gerichtl. Med. III. F. 27. 274 (1904)
34. ROMMENEY, G. u. K. KLOOS.: Diatomeenfunde in menschlichen Organen, in der Luft und im Wasser. In: An den Grenzen von Medizin und Recht.
Gerchow, J. (Hrsg.) 148, Stuttgart: F. Enke 1966

35. SCHEIBE, E. SCHWARZ, R. u. K. GLAW.: Vergleichende Untersuchungen zum Nachweis des Ertrinkungstodes.
Dtsch. Z. Ges. Gerichtl. Med. 51. 395 – 398 (1961)
36. SCHELLMANN, B. u. W. SPERL.: Diatomeen-Nachweis im Knochenmark (Femur) Nichtertrunkener.
Z. f. Rechtsmed. 83. 319 – 324 (1979)
37. SCHNEIDER, V.: Versuche zum Beweiswert des Diatomeennachweises beim Ertrinkungstod.
Dtsch. Z. Ges. Gerichtl. Med. 59 188 – 195 (1967)
38. SPITZ, W. U.: Diagnose des Ertrinkungstodes durch den Diatomeen-Nachweis in Organen.
Dtsch. Z. Ges. Gerichtl. Med. 54. 42 – 45 (1963/64)
39. SPITZ, W. U., SCHMIDT H. u. W. FETT.: Untersuchungen von Luftfiltrationsstreifen aus verschiedenen Gebieten der Bundesrepublik auf ihren Diatomeengehalt.
Dtsch. Z. Ges. Gerichtl. Med. 56. 116 – 124 (1965)
40. STAAK, M.: Kritische Bemerkungen zur Spezifität des Diatomeen-Nachweises.
Dtsch. Z. Ges. Gerichtl. Med. 63. 122 – 126 (1968)
41. TAMASKA, L.: Über den Diatomeennachweis im Knochenmark der Wasserleichen.
Dtsch. Z. Ges. Gerichtl. Med. 51. 398 – 402 (1961)
42. TIMPERMAN, J.: Bemerkungen zur Diatomeenfrage.
Dtsch. Z. Ges. Gerichtl. Med. 63. 127 – 128 (1968)

43. UDERMANN, H. u. G. SCHUHMANN.: Eine verbesserte Methode zum Diatomeen-Nachweis.
Z. f. Rechtsmed. 76. 119 – 122 (1975)
44. WEINIG, E. u. H. PFANZ.: Zur Diagnostik des Ertrinkungstodes durch den Nachweis von Diatomeen im optisch leeren Gewebsschnitt.
Dtsch. Z. Ges. Gerichtl. Med. 40. 664 (1951)
45. WIECZOREK, H.: Ein verbessertes Aufschlußverfahren zum Nachweis von Diatomeen, vor allem in Organteilen.
Dtsch. Z. Ges. Gerichtl. Med. 63. 129 – 130 (1968)

Lebenslauf

Summerer Wolfgang	geboren am 01.01.1952 in Augsburg als Sohn des Metzgermeisters Josef Summerer und seiner Ehefrau Emma, geb. Rechner
Schulbildung	1958 – 1962 Volksschule Augsburg 1962 – 1972 Maristenkolleg Mindelheim (Math. nat. Gymn.)
Studium	WS 1972/73 – SS 73 Betriebswirtschaftslehre an der Uni Augsburg WS 1973/74 – SS 77 Medizin an der Uni Freiburg WS 1977/78 – SS 79 Medizin an der Uni Ulm WS 1979/80 Zahnmedizin an der L. M. U. München
Zahnärztliches Staatsexamen	SS 1983 an L. M. U. München
Promotion	seit Juli 1981 am Institut für Rechtsmedizin der L. M. U. München
Familienstand	verheiratet seit 08.07.1978 mit Summerer Edeltraud, geb. Hörmann
Berufstätigkeit	z. Zt. Student im 7. Semester an der Zahnklinik der L. M. U. München

